DEJAN STAJIĆ
DRAGOSLAV JOVANOVIĆ

ODRŽAVANJE I OPRAVKA
SPECTRUM-a I COMMODORE-a



Dr DEJAN STAJIĆ i DRAGOSLAV JOVANOVIĆ

ODRŽAVANJE I OPRAVKA SPECTRUM-a i COMMODORE-a

Tehnička knjiga

Dr Dejan Stajić i Dragoslav Jovanović
ODRŽAVANJE I OPRAVKA KUĆNIH RAČUNARA

Recenzent: Mr Mile Temelkovski

Urednik: Radivoje Grbović

YU ISBN 86-325-0227-1

SADRŽAJ

PREDGOVOR

Svedoci smo rastuće demokratizacije kućnih računara, što se ogleda u povećanom broju njihovih vlasnika i korisnika. Oni žele da što više saznaju šta se nalazi unutar 'crne kutije' računara kako bi što bolje i racionalnije koristili njihove mogućnosti u priključivanju sve kvalitetnije nove periferne opreme, ali i u cilju pravilnog održavanja postojeće konfiguracije.

Ova knjiga se bavi hardverskim problemima, u nas najpopularnijih, kućnih računara (ZX spectruma i commodore-a 64) i prvenstveno je, kao primarnim čitaocima, namenjena njihovim sadašnjim vlasnicima i ostalim korisnicima. Knjiga nije mogla da obuhvati sve hardverske probleme jer bi u tom slučaju bila suviše obimna i preskupa širokom krugu potencijalnih kupaca. Međutim, čitalac se upućuje na brojne reference koje mogu da mu pomognu da nađe detaljniji opis onoga što ga interesuje, naročito u slučajevima kada želi da vrši razne prepravke i dogradnje svog računara. Osim primarnim čitaocima, knjiga može da korisno posluži i svima onima koji iz raznih razloga žele da steknu izvesno znanje iz osnova računarske tehnike i primenjene digitalne elektronike, kao i onima koji žele da im predznanje o ZX spectrumu i commodore-u 64 pomogne u savladavanju i razumevanju principa rada i održavanju nekog skupljeg (i sa većim mogućnostima) kućnog ili personalnog računara.

Stoga autori smatraju da su već ovakvim obimom sa relativno uskom tematikom ove knjige dali doprinos proučavanju hardverskih problema elektronskih računara, ovo tim pre što u ovoj oblasti postoji relativno oskudna i nesistematizovana literatura u odnosu na literaturu koja tretira softverske probleme.

Čitaocima koji poseduju commodore 64 biće od koristi da prouče i poglavlje 2.3 (o održavanju ZX spectruma) jer će u njemu naći savete koje će (uzimajući u obzir razlike) delimično i uslovno moći da primene i na svoj računar. Preporučuje se čitaocima koji nisu nikad učili elektroniku da ne vrše nikakva hardverska ispitivanja i opravke. Takođe se preporučuje da ga, i pored teoretskog predznanja, ukoliko nemaju i praktično iskustvo sa digitalnim integrisanim kolima, prvo steknu na šemama za samogradnju, pa tek onda pristupe radu prema uputstvima

i savetima iz ove knjige. U protivnom bi mogli da još više pokvare kućni računar, što se već bezbroj puta dešavalo.

Autori se zahvaljuju dipl. inž. Dragoslavu Hadži Đorđeviću na korisnim savetima u vezi održavanja kućnog računara commodore 64 i crtačici Mirjani Pantelić koja je pedantno nacrtala većinu slika u knjizi.

Autori

1. UVOD U RAČUNARSKU TEHNIKU

1.1. OSNOVNI POJMOVI U INFORMATICI. PRIMENA RAČUNARA

1.1.1. Pojmovi informacija, hardver, softver, informatika

Informacija je višeznačan i neprecizno definisan pojam. Usvojićemo da je informacija obaveštenje koje ima neki cilj ili svrhu, tj. obaveštenje koje predstavlja povod za neku delatnost.

Podaci (data) su »sirovina« za informacije. Oni se u uređajima za obradu podataka transformišu u informacije koje u stvari predstavljaju sređene podatke na taj način da se mogu koristiti.

Informacije koje se unose u uređaje ili sredstva za obradu podataka mogu biti:

a) informacije o redosledu (razni registarski i identifikacioni brojevi, datumi i dr.),

b) informacije o količinama (količine, cene i dr.);

c) instrukcije ili komandne informacije (na primer: pomnožiti dva broja, štampati neki spisak itd.).

Nad informacijama o redosledu i količinama se vrši obrada podataka (ili obrada informacija), tj. niz potrebnih operacija. Instrukcije pak, omogućavaju izvršavanje tih operacija. Nad njima se ne vrši obrada podataka, izuzev nekih operacija sređivanja, štampanja i sl.

Niz instrukcija koji služi za rešavanje nekog zadatka čini program koji upravlja uređajem za obradu podataka za vreme njegovog rada (Prikazan na ekranu ili odštampan, program se popularno naziva »listing«).

Obrada podataka (osim ručne) može biti mehanografska ili automatska. Elektronski računari ili kompjuteri obavljaju automatsku obradu podataka (AOP) izvanredno brzo, tačno i gotovo bez intervencije čoveka zahvaljujući programu koji se smešta u njihovu memoriju. Računar prima ulazne podatke, automatski ih obrađuje i daje rezultate obrade.

Više uređaja ili sredstava za obradu podataka koji imaju zajednički cilj u rešavanju jednog zadatka (ili grupe zadataka) čine jedan skup uređaja koji se naziva sistem za obradu podataka. Ako se radi o automatskoj obradi podataka, koristi se termin sistem za AOP ili računarski sistem. On se sastoji iz dva glavna podskupa, i to:

— tehnički delovi (ili oprema) sistema za AOP (svi mehanički, elektromehanički i elektronski delovi) čine tzv. hardver (hardware) sistema. (O njemu će u ovoj knjizi biti dosta reči);

— programi za upravljanje radom čine tzv. softver (software) sistema. Postoje dve vrste programa u računaru: 1. korisnikovi programi koje za posednike sistema izrađuju njegovi programeri, i 2. sistemski programi, bez kojih sistem ne bi mogao da radi automatski, koje izrađuju (i skupo predaju uz opremu) proizvođač sistema ili neka specijalizovana »softverska kuća«.

Informatika (l'informatique) je termin nastao od dve reči: informacija i automatika. Uveden je u Francuskoj, pa raširen i usvojen u većem broju evropskih zemalja, dok je u Severnoj Americi u upotrebi odgovarajući izraz računarska nauka (computer science). Informatika je naučna disciplina koja se bavi rešavanjem problema u vezi sa izgradnjom i korišćenjem kompjuterizovanih informacionih sistema. Ti problemi su: prikupljanje podataka, uvođenje elektronskih računara u cilju AOP, izrada (ili nabavka) potrebnih programa, čuvanje informacija i eventualni prenos informacija (u vezi sa prenosom informacija javlja se i termin teleinformatika).

Automatska obrada podataka je najrasprostranjenija u administrativnom poslovanju (računovodstvo, upravljanje zalihama, fakturisanje, obračun ličnih dohodaka, analiza prodaje); s tim u vezi je uveden i termin poslovna informatika koja se odnosi na obradu poslovnih podataka.

1.1.2 Razlozi za proučavanje hardvera

Razvoj elektronskih računara, njihovo konstruisanje (izrada), kao i njihovo održavanje (servis) podrazumevaju vrlo dobro poznavanje hardvera računarskih sistema. Ono se stiče proučavanjem posebne tehničke grane — tzv. računarske tehnike (computer engineering). Međutim, i oni koji se ne bave razvojem, konstrukcijom ili servisiranjem računara ili rade sa računarom imaju potrebu za poznavanjem osnova računarske tehnike ili hardvera računara, bar u glavnim crtama (najvažniji delovi računara i način njihovog funkcionisanja). Ovi razlozi su sledeći:

1. Poznavanje karakteristika i tehničkih mogućnosti računara omogućava njegovo racionalno korišćenje.

2. Za programiranje u asemblerskom ili mašinskom jeziku treba poznavati hardver računara otprilike na nivou blok-šema ili »arhitekture«.

3. Cena hardvera opada a cena softvera raste tako da se kod modernih računara mnoge funkcije (ranije rešavane softverski) sada realizuju hardverski (ovo, razume se, nije važno za prosečnog korisnika).

4. Demokratizacija malih i jeftinih računara, u stvari kućnih računara, višestruko je proširila krug njihovih korisnika; oni često žele da prošire mogućnosti svojih računara priključivanjem novih uređaja, zašta je potrebno poznavanje hardvera. Zatim vlasnici kućnih računara

žele da pravilnim održavanjem produže vek trajanja svojih računara. Najzad, sve više korisnika kućnih računara želi da programira i na mašinskom jeziku, zašta je takođe potrebno i poznavanje hardvera.

5. Brzi razvoj raznih tehnologija proizvodnje nameće potrebu za prekvalifikacijama, a time i za naknadnim reobrazovanjem. Ono će biti lakše osobama šireg stručnog profila, tj. šireg obrazovanja.

6. Prognozira se da će 21. vek biti vek kompjutera, automata i robota, čija će primena obuhvatiti gotovo sve oblasti života, a time povećati potrebu za stručnjacima za razvoj, proizvodnju ili održavanje računara.

U ovoj knjizi se, s obzirom na njenu namenu, prvenstveno proučava hardver elektronskih računara.

1.1.3. Primena elektronskih računara

Već je pomenuto da računari imaju najveću primenu u administrativnom poslovanju radnih organizacija — to je najčešće komercijalno računovodstveno poslovanje, slična je primena računara u poslovanju banaka, osiguravajućih zavoda i dr. Zatim, računar služi za rešavanje složenih matematičko-tehničkih problema u raznim oblastima nauke i tehnike. Statistika je oblast u kojoj su računari odavno našli primenu. Računari se koriste, osim za računanje, i kao informacione mašine (u službama javne uprave, u medicini i dr.) u kojima se čuvaju podaci o grupama građana (ili o motornim vozilima) i na zahtev izdaju u sređenom obliku. U novije vreme se računari koriste i za dobijanje raznih prognoza (ekonomskih, meteoroloških, vojnih i dr.), zatim za prevođenje prirodnih jezika, za projektovanje pomoću računara (simulacijom raznih objekata i brzim izračunavanjem) i za upravljanje industrijskim procesima, energetskim objektima i saobraćajem u realnom vremenu. U poslednje vreme se uz pomoć računara, formiraju tzv. ekspertni sistemi (baze znanja) koji pomažu lekarima (u dijagnostici, terapiji) i naučnicima. O specifičnim primenama mikroračunara biće kasnije reči.

1.2. KODIRANJE I PRENOS ZNAKOVA U RAČUNARU. PERFORMANSE RAČUNARA

U elektronskom računaru su svi standardni znaci (slova abecede, brojevi, specijalni znaci i komandni znaci) predstavljeni u kodiranom obliku, bilo da se radi o prenosu znakova pomoću impulsnih signala ili se radi o znacima koji su memorisani u memorijskim ćelijama računara.

Postoji više vrsta kodova za predstavljanje znakova u elektronskom računaru. Brojni sistemi predstavljaju osnovu za prikazivanje znakova u kodiranom obliku. Ovde će biti opisane glavne karakteristike binarnog brojnog sistema, a zatim i heksadekadnog brojnog sistema. Oni se u elektronskim računarima koriste u tzv. mašinskom jeziku (ili »object« kodu) koji je specifičan za svaki računar. Naime, svaki elektronski računar može da razume samo svoj mašinski jezik koji se u osnovi sastoji samo od binarnih vrednosti (jedinica i nula).

1.2.1. Binarni brojni sistem

Pošto u elektronskom računaru sva digitalna kola različito mogu da se nalaze u jednom od dva moguća stanja, to je za elektronske računare najvažniji binarni brojni sistem koji koristi samo dve cifre, tzv. binarne vrednosti — 1 i 0. Njega je predložio filozof i matematičar Lajbnic još 1703. godine, ali je on našao primenu tek u digitalnoj elektronici, a time i u računarskoj nauci i tehnici. Pošto je binarni brojni sistem pozicioni, svi brojevi se u tom sistemu predstavljaju slično kao u dekadnom brojnom sistemu, ali je razlika u tome što se svaka binarna cifra (tzv. bit) množi sa 2^n (umesto sa 10^n), pri čemu n zavisi od položaja binarne cifre — za krajnje desni bit (tzv. bit najmanje težine) je n = 0, za bit do njega je n = 1 itd., dok je za krajnje levi bit (tzv. bit najveće težine n = N — 1 gde je N — ukupan broj bitova. Tako, na primer, za binarni broj 10010011_2 (ovakva grupa od 8 bita se naziva bajt) se može izračunati njegova dekadna vrednost njegovim pretvaranjem iz binarnog u dekadni brojni sistem na sledeći način:

$10010011_2 = 1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 147_{10}$

Pretvaranje, pak, dekadnog broja u odgovarajući binarni broj se vrši sukcesivnim deljenjima dekadnog broja sa 2, s tim što ostaci odozdo na gore formiraju binarni broj. Na primer, ako treba pretvoriti dekadni broj 29 u odgovarajući binarni broj, postupak je sledeći:

29 : 2 = 14 ostatak 1
14 : 2 = 7 ostatak 0
7 : 2 = 3 ostatak 1
3 : 2 = 1 ostatak 1
1 : 2 = 0 ostatak 1

1 1 1 0 1

što znači da je $29_{10} = 11101_2$

1.2.2. Heksadekadni brojni sistem

Ovaj brojni sistem sadrži 16 znakova — 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9, A,B,C,D,E i F. U tabeli 1. su pozitivni dekadni brojevi od 0 do 255 predstavljeni u binarnom i heksadekadnom brojnom sistemu. Najčešće se svaki heksadekadni znak predstavlja pomoću četiri bita, s tim što se, tamo gde je to potrebno, dodaju vodeće nule (npr. $2A_{16}$ = 0010 1010). Svaki heksadekadni broj se može pretvoriti u odgovarajući dekadni broj na dva načina: a) direktno, razvijanjem u potencijalni red od 16^n (n=0,1,2, ...) i b) indirektno, pretvaranjem svake heksadekadne cifre u odgovarajući 4-bitni binarni broj, a zatim pretvaranjem tako dobijenog binarnog broja u dekadni broj. Na primer, heksadekadni broj $114D_{16}$ se može ovako pretvoriti u dekadni broj:

$114D_{16} = 1 \cdot 16^3 + 1 \cdot 16^2 + 4 \cdot 16^1 + 13 \cdot 16^0 = 4096 + 256 + 64 + 13 = 4429_{10}$

ili posredno:

$114D_{16} = 1000101001101 = 1 \cdot 2^{12} + 0 \cdot 2^{11} + 0 \cdot 2^{10} + 0 \cdot 2^9 + 1 \cdot 2^8 + 0 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 4096 + 64 + 8 + 4 + 1 = 4429_{10}$

Pretvaranje dekadnog broja u odgovarajući heksadekadni broj se vrši sukcesivnim deljenjem sa 16 prema sledećem primeru:

1714 : 16 = 107 ostatak 2
107 : 16 = 6 ostatak 11 = B
6 : 16 = 0 ostatak 6

6 B 2

Prema tome je: $1714_{10} = 06B2_{16}$

Heksadekadni brojni sistem se koristi za skraćeno predstavljanje binarno-kodiranih znakova, za izradu programa u mašinskom jeziku, ('object' kodu), za adresiranje memorijskih lokacija i dr.

Tabela 1.1

Dekadni broj	Binarni broj	Heksadni broj
0	0	0
1	1	1
2	10	2
3	11	3
4	100	4
5	101	5
6	110	6
7	111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F
16	10000	10
17	10001	11
...	...	...
31	11111	1F
32	100000	20
33	100001	21
...	...	...
63	111111	3F
64	1000000	40
65	1000001	41
...	...	...
127	1111111	7F
128	10000000	80
129	10000001	81
...	...	...
255	11111111	FF
256	100000000	100

1.2.3. Kodovi u elektronskom računaru

Opisani binarni brojni sistem se često naziva čisto binarni kod. On je pogodan za elektronske računare koji treba da rade naučno-tehničke probleme kod kojih se zahteva širok opseg vrednosti numeričkih podataka. Za računare koji su predviđeni da više samo obradu poslovnih podataka, numerički podaci se često prikazuju u binarno-kodiranom dekadnom (ili BCD) kodu koji je, u stvari, poslednji brojni sistem između čisto binarnog i dekadnog brojnog sistema. Naime, pošto su ljudi navikli da rade sa dekadnim brojnim sistemom, to se ulazni i izlazni numerički podaci formiraju u dekadnom brojnom sistemu, ali se u računaru svaka dekadna cifra predstavlja pomoću četiri bita (tzv. tetrade) koji predstavljaju taj broj u binarnom obliku. Tako, na primer, dekadni broj 652 prikazuje se u BCD kodu na sledeći način

$$652 = 0110\ 0101\ 0010$$

Pomoću BCD koda je moguće prikazati samo numeričke podatke. S obzirom da se u elektronskom računaru prikazuju najmanje 64 znaka (brojevi, velika slova međunarodne abecede i specijalni znaci) to je za prikazivanje svih znakova potreban šestobitni kod (zbog $2^6 = 64$). Međutim, zbog česte potrebe prikazivanja još i malih slova abecede, kao i nekih komandnih znakova, kod savremenih elektronskih računara se koriste samo sedmo- i osmobitni kodovi. Najpoznatiji i najčešće primenjen sedmobitni kod je tzv. ASCII kod (američki standardni kod za razmenu informacija). On omogućava prikazivanje $2^7 = 128$ znakova. Svaki znak se predstavlja pomoću sedam bitova — prva tri bita su zonski bitovi a ostala četiri su numerički bitovi. Za skraćeno prikazivanje nekog znaka u ASCII kodu koristi se heksadekadni brojni sistem. Tabela 1.2 omogućava prevođenje svih znakova u ASCII kod. Tako, na primer, znaci Z i h se prikazuju u ASCII kodu na sledeći način

Tabela 1.2

VIŠI BITOVI / NIŽI BITOVI

NIŽI BITOVI \ VIŠI BITOVI	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	`	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	|
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

$$Z = 101\ 1010 = 5A_{16}$$
$$h = 110\ 1000 = 68_{16}$$

Većina računara koristi 8-bitni kod s tim što je bit najveće težine uvek 1. Na taj način se svaki znak prikazuje jednim bajtom.

Od ostalih kodova najpoznatiji je standardni EBCDI kod koji je osmobitni.

1.2.4. Osnovne karakteristike — performanse računara

Glavne tehničke karakteristike — performanse računara su kapacitet memorije i brzina rada računara.

Kapacitet (capacity) memorije je ukupan broj znakova (tj. bajta) koji se mogu istovremeno memorisati ili smestiti u memoriju. Jedinica kapaciteta je kilobajt (k ili kB), pri čemu je 1 KB=2^{10}B=1024 bajta. Veća jedinica je megabajt (MB), pri čemu je 1 MB=2^{20}B=1048576 bajta (ili približno 1 milion bajta). Na primer, kapacitet od 64 kB iznosi 65536 bajta. Najveća jedinica kapaciteta memorije je gigabajt (1GB=2^{30}B).

Kod većine elektronskih računara adresibilna jedinica unutrašnje memorije, tj. memorijska lokacija može da primi jednu reč (W) čija dužina obično iznosi 8, 16, 32, 36 ili 64 bita. Zbog toga se za unutrašnju memoriju alternativno koristi jedinica 1KW=1024 reči, pri čemu treba naglasiti i kolika je dužina reči (na primer: reč od 32 bita).

Na osnovu kapaciteta unutrašnje memorije procenjuju se veličine i mogućnosti elektronskih računara, a na osnovu dužine reči (tj. veličine memorijske lokacije) određuje se vrsta nekog elektronskog računara. Mikroračunari najčešće imaju memorijske lokacije od jednog bajta, miniračunari imaju reči dužine 2 bajta, a veliki (ili univerzalni) računari imaju reči dužine 32 ili više bita.

Brzina rada računara zavisi od više faktora — dužine reči, vremena pristupa (interval između pozivanja i dobijanja podataka iz memorije), trajanja memorijskog ciklusa i mašinskog ciklusa (v. sledeći odeljak). Brzina rada računara se izražava u broju instrukcija koje računar može da izvrši u jednoj sekundi. Svaka instrukcija se sastoji od operacionog koda (koji pokazuje koja operacija treba da se izvrši) i polja operanada koji sadrže adrese podataka nad kojima treba operaciju izvršiti. Instrukcija može da sadrži 1, 2 i 3 operanda, ali može biti i bez operanda, što znači da su pojedine instrukcije različite dužine (obično 1 do 8 bajta). Brzina izvršavanja instrukcije zavisi od složenosti operacije i dužine instrukcije. Današnji računari mogu da izvrše 1 do 10 miliona instrukcija u sekundi (MIPS-a) podrazumevajući operacije prosečne složenosti.

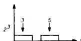
1.2.5. Impulsni signali u računaru. Sabirnice

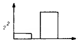
U elektronskom računaru, osim potrebe za memorisanjem informacija, postoji i zahtev za prenosom informacija (podataka, adresa) u binarnokodiranom obliku iz jednog dela računara u neki drugi deo. To se vrši posredstvom informacionog impulsnog signala koji se sastoji od niza (povorke) impulsa. Jedan impuls odgovara jednom bitu i može

biti dvojake amplitude ili naponskog nivoa — nivo od 2 do 5 V (tzv. visok logički nivo) odgovara binarnoj vrednosti 1, a nivo između 0 V i 1,5 V odgovara binarnoj vrednosti 0 (ovo je tzv. pozitivna logika a postoji i negativna logika). Širina impulsa je vrlo mala (reda nanosekundi), a dva susedna impulsa su razdvojeni još kraćim intervalom. Informacioni impulsni signal se unutar računara prenosi najčešće paralelno (kroz više provodnika — za svaku bit-težinu poseban provodnik), ali je moguć i sporiji serijski prenos kroz samo jedan provodnik. Na sl. 1.1 je prikazan prenos broja 35 u BCD kodu na oba načina (u ovom



a) REDNI PRENOS





b) PARALELNI PRENOS





Sl. 1.1 — Primer informacionog impulsnog signala

primeru se paralelno prenose brojevi prikazani u tzv. pakovanom obliku; postoji i nepakovani oblik — jedan broj u jednom bajtu).

U elektronskom računaru za prenos digitalnih impulsnih signala postoje snopovi provodnika — tzv. sabirnice (bus) ili magistrale. U računaru može da postoji samo jedna glavna sabirnica na koju se priključuju svi delovi računarskog sistema (megabus ili unibus). Prema vrsti impulsnog signala koji prenosi (glavna) sabirnica sadrži sledeće delove:

1. Sabirnicu podataka koja služi za prenos binarno-kodiranih znakova. Broj njenih vodova je obično jednak broju bitova koje sadrži reč računara.

2. Adresnu sabirnicu na kojoj se prilikom izvršavanja instrukcije postavljaju kodirane adrese operanada te instrukcije. Obično sadrži 16 do 24 vodova.

3. Upravljačko-kontrolnu sabirnicu koja sadrži:

— vodove za prenos upravljačkih signala koji se generišu pod uticajem operacionog koda instrukcije,

— vodove za prenos raznih kontrolnih signala (na primer, za prekide i sl.),

— vodove za prenos taktnih signala.

Taktni impulsni signal je periodičan signal visokostabilne ucestanosti od nekoliko megaherza (MHz). On obezbeđuje osnovni takt za sinhronizaciju rada svih delova računara. Generiše se u sistemskom satu (master clock) koji sadrži oscilator taktnog signala i vremenska kola (tajmere). Od ucestanosti taktnog signala zavisi i mašinski ciklus (procesora) koji kod modernih računara traje oko 100 nanosekundi (10^{-7} sec).

Neki upravljačko-kontrolni i taktni signali su aktivni ako su niskog a drugi ako su visokog logičkog nivoa, tada oni vrše svoju funkciju. Ukoliko je neki upravljačko-kontrolni ili taktni signal aktivan kada je niskog logičkog nivoa, tada u električnoj šemi iznad njegovog naziva postoji crta (na primer $\overline{NMI}$).

1.3. DIGITALNA KOLA U ELEKTRONSKOM RAČUNARU

U elektronskim računarima se nalazi veliki broj digitalnih elektronskih sklopova ili digitalnih kola. Ali pre opisa rada najčešće korišćenih, treba razjasniti neke pojmove samo onim čitaocima koji do sada nisu učili osnove elektronike.

1.3.1. Osnovni pojmovi o elektronskim kolima i komponentama

Pre svega, šta znači atribut digitalni? Ako se radi o digitalnim (ili cifarskim) instrumentima (na primer, digitalni voltmetar, digitalni sat) ili o digitalnim računarima (to su, u stvari, računari koji se svuda primenjuju i zovemo ih elektronskim računarima), oni daju rezultate u cifarskom obliku i rade sa diskontinualnim signalima koji za razliku od kontinualnih (analognih) signala pokazuju vrednost neke veličine samo u određenim momentima. Pod digitalnim kolima podrazumevaju se oni

elektronski sklopovi koji razlikuju samo dva moguća stanja ili dva naponska nivoa (na primer logička kola, flip-flop, komparator). Digitalna kola rade slično elektronskom prekidaču koji ima samo dva položaja — uključen i isključen. Osim digitalnih kola postoje i linearna elektronska kola — to su elektronski sklopovi koji neki ulazni promenljivi signal (koji menja svoje vrednosti amplitude i/ili učestanosti) pojačavaju i verno preslikavaju na svom izlazu. Znači, linearna elektronska kola su najčešće pojačavači, ali takođe i linearni oscilatori, stabilizatori napona, aktivni filtri, modulatori i dr. Osim linearnih, postoje, razume se, i nelinearna kola koja sadrže nelinearne elemente, od kojih su najpoznatije diode koje su u računarima poluprovodničke. Linearna i nelinearna kola čine analogna kola.

Linearna elektronska kola sadrže tranzistore. Oni su uvek poluprovodnički elementi koji se smatraju aktivnim elementima jer imaju sposobnost da pojačaju struju, napon ili električnu snagu. Za razliku od aktivnih elemenata ,postoje i pasivni elementi: to su, osim dioda, još otpornici, kondenzatori, kalemovi, transformatori, ispravljači i dr.

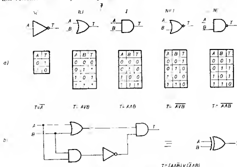
Svi nabrojani aktivni i pasivni elementi predstavljaju tzv. diskretne (posebne) elemente ili komponente, od njih se grade diskretni elektronski sklopovi ili diskretna kola. Ona, međutim, zbog nedostataka u pogledu temperaturske osetljivosti, dimenzija, težine, disipacije snage pouzdanosti i dr., nisu udovoljavala strogim zahtevima koji su postavljani elektronskim uređajima tzv. prostorne tehnike (vazduhoplovstvo, rakete, letelice za vasionska istraživanja i sl.). Zbog tih zahteva, za razliku od diskretnih kola, razvijena su integrisana elektronska kola koja sadrže veliki broj dioda, tranzistora, otpornika i ostalih elemenata.

Integrisana kola mogu biti linearna i digitalna. Linearna integrisana kola su najčešće operacioni pojačavači, stabilizatori (regulatori) jednosmernog napona i dr. Ali izlazni tranzistorski pojačavački stepeni se i danas izrađuju od diskretnih elemenata, oni se od linearnih sklopova najčešće sreću u računarima, naročito u perifernim jedinicama. Međutim, u računarima se daleko više od linearnih kola nalaze digitalna kola koja se danas izrađuju u nekoj tehnologiji integrisanih kola. O njihovoj funkciji i principu rada čitalac može više saznati u literaturi [1], dok o njihovim karakteristikama sa rasporedom izvoda priključaka za razne proizvođače ovih kola (tj. o konkretnim digitalnim komponentama) čitalac može naći u katalozima. U ovom odeljku ukratko je opisan princip rada najvažnijih digitalnih kola koja se masovno koriste u elektronskim računarima, a zatim je dat i pregled savremenih tehnologija izrade tih digitalnih kola.

1.3.2. Logička i aritmetička kola

Kao što je rečeno, sve veličine u elektronskom računaru se memorišu u binarno-kodiranom obliku. Slično tome, sve vrste impulsnih signala u računaru imaju, u određenom trenutku, jedan od dva moguća naponska nivoa koji odgovaraju binarnim vrednostima. Stoga elektronski računar pri rešavanju raznih zadataka obavlja nad binarnim promenljivim veličinama tzv. logičke operacije koje se teoretski proučavaju u jednoj grani matematike — Bulovoj algebri, a realizuju (praktično

izvode) pomoću međusobno povezanih logičkih kola. Na sl. 1.2a su prikazani grafički simboli osnovnih logičkih kola sa tzv. tablicama istinitosti, koje pokazuju zavisnost izlazne logičke veličine od ulaznih logičkih veličina binarne promenljive.

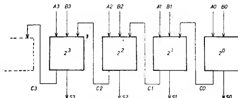


Sl. 1.2 — Osnovna logička kola (a), isključivo ILI kolo (b)

Osim osnovnih logičkih kola postoji i isključivo ILI kolo koje na svom izlazu ima logičku vrednost 1 samo ako su na ulazima A i B različite logičke vrednosti (sl. 1.2b).

Složenije logičke funkcije se u računaru realizuju kombinacijom više osnovnih logičkih kola. Na primer, kolo za upoređivanje veličine dva broja (komparator) predstavljenih u BCD kodu se realizuje pomoću 4 isključiva ILI kola (za svaki par bitova iste težine na ulazu), čiji se izlazi vode u jedno ILI kolo na čijem izlazu se dobija logičko 1, ako su brojevi nejednaki a logičko 0 ako su jednaki.

Kombinacijom osnovnih logičkih kola se dobija i osnovno aritmetičko kolo — sabirač za sabiranje dva bita iste težine koji se dovode na njegove ulazne izvode. Na jednom izlaznom izvodu se dobija aritmetički zbir (prema poznatim pravilima za sabiranje binarnih brojeva $0+0=0$, $0+1=1$, i $1+1=0$ uz bit prenosa $C=1$), a na drugom izlaznom izvodu se dobija bit prenosa koji se vodi u susedni sabirač bitova veće težine. Za sabiranje n-bitnih brojeva je potrebno n sabirača. Na sl. 1.3 je prikazana delimična šema (za 4 bita najmanje težine) sabirača za sabiranje binarnih brojeva A i B.



Sl. 1.3 — Sabirači

1.3.3. Memorijska kola — flip-flop i registar

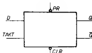
U elektronskom računaru postoji potreba za pamćenjem velikog broja binarno-kodiranih znakova, zbog toga računar sadrži memorijska kola koja imaju sposobnost pamćenja binarnih brojeva — bitova koji mogu imati dve vrednosti 1 ili 0.

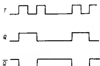
Flip-flop (ili bistabilno kolo) je digitalno kolo za pamćenje vrednosti jednog bita. On ima dva stabilna stanja — jedno odgovara binarnoj vrednosti 1 a drugo binarnoj vrednosti 0. Flip-flop se prebacuje iz jednog u drugo stabilno stanje pomoću spoljnjeg impulsnog signala koji se dovodi na njegov ulazni izvod. Postoji više vrsta (ili tipova) flip-flopova (T, D, JK, RS i dr.), razlikuju se prema broju ulaznih izvoda (jedan do tri) i načinu prebacivanja iz jednog u drugo stabilno stanje. Flip-flop obično ima dva izlazna izvoda (Q i $\overline{Q}$) koji su međusobno komplementarni, tj. kada je $Q=1$ tada je $\overline{Q}=0$ (to je tzv. set stanje), a kada je $Q=0$ tada je $\overline{Q}=1$ (reset stanje). Na sl. 1.4 su prikazani najjednostavniji (ali često korišćeni) T i D flip-flop sa odgovarajućim vremenskim dijagramima. T flip-flop ima samo jedan ulaz (T) a D flip-flop ima dva sinhrona ulaza (D i T) i dva asinhrona ulaza PR (preset) i CLR (clear ili reset). (Kružići označavaju da nizak nivo signala dovodi flip-flop u stanje set ili reset).

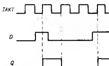
Kod T flip-flopa se menja stabilno stanje samo kada naiđe uzlazna ivica ulaznog T signala. Ova osobina se koristi za deljenje učestanosti ulaznog signala sa 2^n, gde je n broj redno vezanih flip-flopova (to su tzv. dualni brojači). Kod D flip-flopa se pri nailasku uzlazne ivice T signala nivo D signala preslikava na izlaz Q i zadržava se. Ova osobina se koristi za izradu registara.

Od flip-flopova se grade i složeniji digitalni elektronski sklopovi — registri, brojači i savremena interna memorija (statička RAM—memorija).



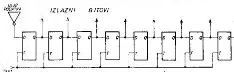






Sl 1 4 — Primeri flip flopova

Registar je uređen skup flip-flopova za privremeno pamćenje više upisanih (na primer u dva bajta) bitova koji predstavljaju neke binarno-kodirane veličine u računaru (na primer adrese, znake u ASCII kodu, početne, među ili krajnje rezultate aritmetičke operacije i dr.). Flip-flopovi predstavljaju ćelije registara; zbog toga je za pamćenje jednog znaka potreban osmoćelijski registar. Registri su neka vrsta brze memorije malog kapaciteta — najčešće 1 do 8 bajta. U elektronskom računaru postoji više vrsta registara prema funkciji i principu rada, tj. načinu upisa i čitanja. Pomerački (shift) registri se sastoje od kaskadno vezanih flip-flopova (često od D flip-flopova kao na sl. 1.5) i omogućavaju da se binarno kodirani podaci serijski upisuju (preko jednog provodnika) a paralelno ili serijski čitaju. Mogu biti i veće dužine (na primer 64 bita) pa se koriste i kao tzv. bafer-memorija. Upisana informacija se čuva u njima sve dok se na T (clock) ulaze ponovo ne dovede uzlazna ivica impulsnog signala kada se vrši serijsko ili paralelno iščitavanje. Pomerački registri imaju i druge primene [1].



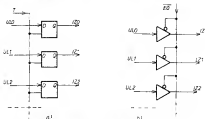
Sl 1 5 — Serijsko-paralelni pomerački registar 74LS164

Od D flip-flipova se grade i leč-registri (latch) sa paralelnim upisom i čitanjem (sl. 1.6a), oni mogu da čuvaju informacije onoliko dugo koliko je to potrebno. Prema funkciji, registri mogu biti adresni ili bazni registri (oni pamte adrese podataka nad kojima treba vršiti potrebne operacije), zatim opšti registri, akumulatori, registar instrukcija, registar stanja i stek-pokazivač o njima će kasnije biti reči.

1.3.4. Brojači, i okidna i druga kola

Brojači (counter) u elektronskom računaru baziraju svoj rad na deobi učestanosti f_s impulsnog signala na njihovom ulazu. Već pomenuti dualni (ili binarni) brojači (koji dele f, sa 2) mogu biti brojači naviše, brojači naniže, asinhroni i sinhroni. Osim dualnih, postoje i dekadni brojači koji dele učestanost ulaznog signala sa 10^n (n je broj redno vezanih brojača). Promena naponskog nivoa na izlazu serije dekadnih brojača pokazuje da je odbrojano 10^3 ulaznih impulsa. Brojači se u računarima nalaze u vremenskim kolima centralnog procesora, u cifarskom prikazivaču komandnog pulta, u periferним jedinicama i dr. Najpoznatiji brojač je programski brojač, o kome će kasnije biti reči (u odeljku 1.4.3). Treba istaći da su svi nabrojani brojači stvarni hardverski elementi u računaru. Od njih treba jasno razlikovati tzv. softverske »brojače« koje programer privremeno formira u svom programu koristeći opšte registre i instrukcije programa (na primer brojač iteracije čija određena vrednost predstavlja uslov za izlaženje iz neke programske petlje.

Šmitovo okidno kolo je elektronski sklop koji sporu promenu ulaznog napona pretvara u brzu, impulsnu promenu svog izlaznog napona, on može da ima samo dve vrednosti, nizak i visok nivo, što odgovara logičkim vrednostima 1 i 0. Međutim, pragovi ulaznog napona koji izazivaju promenu izlaznog napona nisu jednaki, (postoji tzv. histerezis ulaznog napona). U integrisanom kolu 74LS14 se nalazi šest Šmitovih okidnih kola (sl. 4.6b).



Sl. 1.6 — Leč-registar (a) i baferi tri stanja (b)

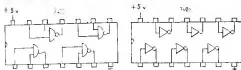
Monostabilni multivibrator (one shot multi) se, u odsustvu okidnog impulsa, nalazi u stabilnom stanju a posle okidanja prelazi u kvazistabilno stanje u kome ostaje izvesno vreme (koje se po potrebi određi vrednošću RC konstante), a zatim se vraća u stabilno stanje. Koristi se za kašnjenje ulaznog impulsa, za generisanje impulsa željenog trajanja i sl. Najpoznatiji integrisani monostabilni multivibratori su SN74121 i SN74123; oni poseduju izvode za priključivanje kondenzatora i otpornika radi postizanja željenog kašnjenja.

S obzirom da postoje različite tehnologije integrisanih, često su između njih potrebna kola za prilagođenje (na primer, TTL i CMOS tehnologije). Ovakva kola se nazivaju bafer-kola; ona mogu biti sa invertovanjem (to su, u stvari, logička NE kola) i bez invertovanja, koja samo razdvajaju (međusobno nekompatibilna) kola sa različitim naponskim nivoima. Postoje i baferi sa tri stanja — oni ulazni signal »sprovode« na svoj izlaz samo u momentu kada su aktivirani posebnim kontrolnim signalom od strane selekcije jednog od njih (sl. 1.6b); ostalo vreme provode u stanju tzv. visoke impedanse što je ekvivalentno prekinutom vodu u kome se nalaze. Najviše se koriste u memorijskim čipovima (v. odeljak 1.5.4).

Ostala digitalna kola su: razne vrste kodera i dekodera, multipleksери, digitalni komparatori, astabilni multivibratori itd. Opširno o ovim digitalnim integrisanim kolima čitalac može naći u knjizi.

1.3.5. Savremene tehnologije izrade digitalnih kola

Do 1964. g. elektronski računari su imali diskretne komponente za sve elektronske sklopove. Zatim se javlja treća generacija računara koja za digitalne sklopove koristi integrisana kola male i srednje gustine integracije (SSI i MSI kola). To su pravougaone crne pločice dimenzija oko 2 × 1 cm² sa 14 ili 16 priključaka (pin), u kojima je smešteno više logičkih kola ili flip-flopova istog tipa ili po jedan registar, brojač ili sl. Prema jednoj definiciji, integrisano kolo je kompletan elektronski sklop izrađen na jednoj silicijumskoj podlozi — supstratu ili čipu. U cilju realizacije nabrojanih i sličnih digitalnih sklopova, i dalje se masovno proizvode integrisana kola srednje integracije, koja su danas najčešće izrađena na bazi bipolarnih tranzistora ili u tzv. TTL tehnologiji



Sl. 1.7 — Primeri integrisanih kola u TTL tehnologiji

Međutim, operativna memorija računara je do 1972. godine (a često i kasnije) izrađivana od malih magnetnih jezgara (tzv. feritna memorija) kao memorijskih elemenata za pamćenje bitova. Godine 1972. su se pojavila integrisana kola velike gustine integracije, tzv. LSI ili monolitička integrisana kola: to su silicijumske pločice dužine 5 cm a širine oko 1,5 cm sa 18 do 40 pinova. Ona sadrže veliki broj (preko 1000) tranzistora i pasivnih komponenata tako da su u njima smešteni čitavi funkcionalni blokovi — mikroprocesor, poluprovodnička interna memorija, kompletan analogno-digitalni konvertor i dr. Postoji više vrsta tehnologija izrade LSI integrisanih kola. Dominantna je MOS tehnologija (na bazi MOSFET tranzistora koji su idealni prekidački elementi) koja ima više podvrsta (N-MOS, P-MOS, C-MOS, H-MOS), zatim I^2L i druge tehnologije. Na pinove integrisanih kola se priključuju razne vrste ulaznih i izlaznih impulsnih signala i napon napajanja — najčešće jednosmerni napon od +5 V.

Poslednjih godina su realizovana integrisana kola vrlo velike gustine integracije — tzv. VLSI integrisana kola koja sadrže preko 100.000 tranzistora u jednom čipu. Najčešće tehnologije izrade LSI kola su za memorije C-MOS/SOS i N-MOS, a za mikroprocesore I^2L, GaAs i H-MOS. Međutim, VLSI kola se, zbog svojih mana (za sada visoka cena, složeno testiranje, osetljivost na radijacije), još retko koriste u računarskoj tehnici — za sada imaju najveću primenu kod superračunara, za obradu specijalnih signala i sl.

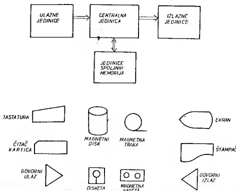
Integrisana kola su montirana (preko svojih podnožja ili bez njih direktno) na ploči od izolatora; ove ploče se preko svog konektora priključuju na odgovarajuće konektore-utičnice u ormanu neke jedinice računarskog sistema. Potrebne veze (prema električnoj šemi) između integrisanih kola su ostvarene posebnim hemijskim postupkom zbog čega se ploče sa integrisanim kolima nazivaju štampanim pločama (PC board).

Postupak pri radu sa integrisanim kolima je opisan u odeljku 1.6.

1.4. RAČUNARSKI SISTEMI — UVOD U HARDVER

1.4.1. Struktura hardver sistema

Pod elektronskim računarom se često podrazumeva samo njegova centralna (procesna) jedinica. Računarski sistem ili sistem za AOP obuhvata, pored centralne jedinice, i sve njegove periferne jedinice, kao i nosioce podataka. To su svi tehnički delovi koji spadaju u hardver sistema za AOP. Njihov sastav i način povezivanja čini strukturu (ili tzv. arhitekturu) računarskog sistema. Međutim, u računarski sistem spada i njegov softver, tj. programi za upravljanje radom sistema. Na sl. 1.8. je prikazana blok šema računarskog sistema u kojoj su sve jedinice sistema grupisane prema funkciji.



Sl. 1.8 — Blok-šema računarskog sistema sa grafičkim simbolima nekih jedinica

Centralna jedinica služi za obavljanje potrebnih operacija i memorisanje informacija na kraće vreme.

Ulazne jedinice služe da prihvate ulazne informacije i pošalju ih u centralnu jedinicu. To su, na primer, čitač kartica, optički čitač i dr.

Izlazne jedinice služe za dobijanje izlaznih rezultata AOP i njihovo prikazivanje. To su, na primer, štampač, uređaj za čitanje, mikrofilmski štampač i dr.

Postoje i kombinovane ulazno-izlazne jedinice koje vrše obe funkcije (na primer ekranski terminal).

Za smeštaj velike količine informacija na duže vreme služe spoljne (ili eksterne) memorije. Automatsko upisivanje informacija (iz centralne jedinice) na spoljne memorije, kao i čitanje spoljnih memorija, vrši se pomoću jedinica spoljnih memorija. To su disk-jedinica, jedinica magnetne trake i dr.

Ulazne, izlazne, ulazno-izlazne jedinice i jedinice spoljnih memorija čine periferne jedinice sistema za AOP. One su najčešće u direktnoj (ili on-line) vezi sa centralnom jedinicom. U jednom elektronskom računskom centru (ERC-u) može da se nalazi, prema potrebi, više istih perifernih jedinica. To zavisi od tzv. konfiguracije sistema za AOP.

Nosioci podataka su sredstva na kojima se informacije u kodiranom obliku memorišu, čuvaju i mogu kasnije da koriste (na primer bušene kartice i dr.). Nosioci podataka kod kojih se memorisanje vrši na magnetnom principu predstavljaju spoljne memorije (magnetna traka, magnetni disk i disketa).

Osim navedenih delova, strukturu računarskog sistema čine i delovi preko kojih se vrši prenos (transfer) informacija između centralne i periferních jedinica. To su spoljne sabirnice (magistrale) i ulazno-izlazni kontrolni uređaji (ili kontroleri); oni se nalaze između centralne i perifernih jedinica ali radi uprošćenja blok-šeme nisu prikazani na njoj.

U nekim elektronskim računskim centrima se, osim računarskog sistema, neki put nalaze i tzv. pripremne mašine (na primer upisivač na magnetnu traku i dr.), koje služe za prenos informacija sa izvornih dokumenata (radnih lista, uplatnica, programskih lista i sl.) na nosilac podataka. Pripremne mašine nemaju električnu vezu sa računarskim sistemom, tj. rade off-line. Međutim, u poslednje vreme se, umesto pripremnih mašina za unošenje ulaznih podataka i programa, koriste direktno vezani ekranski terminali.

Savremeni računarski sistemi mogu da poseduju desetak (i više) ekranskih terminala. Osim unošenja informacija, korisnici mogu potpuno nezavisno ali istovremeno sa drugim korisnicima da rade i druge poslove (razvoj novih programa, formiranje novih i rad sa postojećim datotekama i dr.). Ukoliko na taj način više korisnika radi koristeći različite programe, onda se takva vrsta AOP naziva višekorisnički interaktivni multitasking rad (ili ranije multiprogramiranje sa podelom vremena).

1.4.2. Vrste računarskih sistema

Postoji više vrsta računarskih sistema koji mogu da se klasifikuju prema primeni ili prema tehničkim karakteristikama, tj. performansama sistema — dužini reči, brzini rada, kapacitetu memorije. Uzimajući u obzir da između pojedinih vrsta sistema ne postoje oštre granice, može se smatrati da prema svojoj primeni računarski sistem može biti univerzalni ili za specijalne namene, koji se, dalje, može koristiti za rešavanje naučno-tehničkih problema ili za obradu poslovnih podataka (u administrativnom poslovanju). Prema tehničkim karakteristikama — performansama, elektronski računari se mogu podeliti na: mikroračunare, miniračunare, računare, superminiračunare i superračunare, s tim što postoje i odgovarajući računarski sistemi.

Mikroračunari su posebno opisani u odeljku 1.5. Miniračunari obično imaju dužinu reči 16 bita. Mogu biti za specijalne namene ali i univerzalni sa velikim kapacitetom memorije sa raznim hardverskim mogućnostima i moćnim operativnim sistemom koji miniračunarskom sistemu omogućava višekorisnički i višeprogramski rad (multiprogramiranje) kao i široku primenu (na primer miniračunari Ei—H6/53 i 57).

U treću grupu spadaju elektronski računari opšte namene ili univerzalni računari (mainframe computer). Njihova dužina reči iznosi 32 ili 64 bita. Najpoznatiji njihov proizvođač je firma IBM koja pro-

izvodi manje sisteme (na primer 4331), srednje sisteme (na primer 4341) i velike sisteme (3081 i 3083) univerzalnih računara. Kapacitet njihove interne memorije je do 16 MB a brzina rada oko 10 MIPS-a.

Superračunari (supercomputer) i superminiračunari su se pojavili poslednjih godina, oni spadaju u tzv. 5. generaciju računara. Zbog njihove visoke cene, primena je usmerena samo na oblasti gde se traži vrlo velika brzina obrade podataka — za vojne svrhe, (za vođenje odbranbenih projektila i sl.), za obradu slika iz veštačkog satelita, za predviđanje iznenadnih katastrofa (zemljotresa, orkanskih vetrova i sl.) i za tzv. veštačku inteligenciju. Superračunari mogu da izvršavaju preko 100 miliona instrukcija u sekundi. To je omogućeno zahvaljujući nekoj od specijalnih arhitektura (struktura) — superračunari (i superminiračunari) poseduju više (obično 4 do 16) procesora koji istovremeno izvršavaju više instrukcija. Na taj način umesto sekvencijalne obrade (kod računara 1. do 4. generacije) kod superračunara postoji tzv. paralelna obrada (ili procesiranje) podataka.

1.4.3. Centralni procesor

Centralna (procesna) jedinica — CPU se sastoji od centralnog procesora i unutrašnje memorije. Centralni procesor omogućava obavljanje potrebnih operacija zahvaljujući instrukcijama programa koje se za vreme obrade podataka nalaze u unutrašnjoj memoriji. Na sl. 1.9 je prikazana funkcionalna blok šema centralne jedinice sa njenim glavnim delovima.

Centralni procesor je vrlo složena jedinica koja se sastoji od velikog broja digitalnih komponenata, ali će ovde biti opisani samo najvažniji delovi koji su prikazani na blok šemi.

Opšti registri (general purpose registar) služe za privremeni smeštaj informacija koje se prenose između glavne memorije i drugih delova računarskog sistema. Između njih i sabirnica (unutrašnje i spoljne) postoje tzv. »kapije« (I-logička kola) koje, kada se dejstvom važećeg upravljačkog signala, otvore, daju prenos (transfer) informacija. Kapacitet opštih registara obično iznosi 16 ili 32 bita (na primer elektronski računar IBM 4300 poseduje 16 opštih registara kapaciteta po 32 bita). Kod nekih računara se opšti registri predviđeni za smeštaj adrese nazivaju baznim registrima.

U aritmetičko-logičkoj jedinici (ALU) se vrše aritmetičke i logičke operacije. Glavni njeni delovi su sabirači koji vrše sabiranje bitova iste težine. Opšti registri koji pomažu u obavljanju aritmetičkih operacija obično se nazivaju akumulatorima (to su dva ili četiri redno vezana op mesta registra koji privremeno prihvataju ulazne numeričke podatke, međurezultate i krajnje rezultate). Opšti registri pomažu i u logičkim operacijama i dr. U komparatoru se vrši česta logička operacija — upoređivanje veličine dva numerička podatka. Postoji i registar stanja koji sadrži više flip-flopova za pamćenje rezultata poslednje izvršene operacije kao i za registrovanje neke greške u izvršavanju programa (prekoračenja dozvoljenog opsega i dr.). Aritmetičko-logička jedinica može da obavlja aritmetičke operacije na sledeće načine:

PC

DEKO-DER

OP KOD

RI

OPERANDI

MAR

DEKO-DER ADR

UNUTRAŠNJA MEMORIJA

INSTRUKCIJA

MDR

GUS

SISTEMSKI SAT

upravljački i taktni signali

OPŠTI REGISTRI

A-L JEDINICA

SPOLJNA MAGISTRALA

U/I KONTROLERI

CENTRALNI PROCESOR

Sl. 1.9 — Blok šema centralne jedinice

1. pomoću aritmetike fiksnog zareza kod koje su svi brojevi predstavljeni u 16, 32 ili 64-bitnom „čisto" binarnom kodu, s tim što su negativni brojevi predstavljeni pomoću drugog (potpunog) komplementa odgovarajućeg pozitivnog broja (on se dobija kada se prvom komplementu doda 1 težine 2⁰). U tom slučaju sabirači služe i za operaciju oduzimanja. Mane ovog načina računanja su što programer mora da vodi računa o položaju decimalnog zareza i o maksimalnim dozvoljenim veličinama;

2. pomoću aritmetike pokretnog zareza [2] u kojoj su svi brojevi predstavljeni u eksponencijalnom obliku pomoću mantise i eksponenta i koja omogućava računanje sa vrlo velikim i vrlo malim brojevima u širokom opsegu;

3. koristeći tzv. aritmetiku BCD brojeva (samo kod računara za obradu poslovnih podataka).

Aritmetičko-logičke jedinice savremenih računara poseduju specijalne registre za obavljanje aritmetičkih operacija u pokretnom zarezu, hardverske množače, a nekiput i tzv. koprocesor koji pomaže u rešavanju složenih matematičkih problema.

Ostali delovi centralnog procesora (prema sl. 1.9) pripadaju upravljačkoj jedinici (control unit). Njeni glavni delovi vrše sledeće funkcije:

— Registar instrukcija (RI) prima jednu po jednu instrukciju (tj. njenu kopiju) programa i deli je na dva dela — operacioni kod se šalje u dekoder operacija a adresni deo u memorijski adresni registar radi pronalaženja podataka (pomoću dekodera adresa) nad kojima treba izvršiti operaciju. Dekodirani operacioni kod utiče, u sadejstvu sa sistemskim satom, na generisanje upravljačko-kontrolnih signala koji su za svaku instrukciju specifičnog oblika i namene, a šalju se u deo računara gde instrukcija treba da se izvrši. Generator upravljačkih signala (GUS) može biti realizovan hardverski (od digitalnih komponenata) ili, što je češće, zahvaljujući mikroinstrukcijama koje su smeštene u upravljačkoj (control) memoriji samo za čitanje. Tada se svaka instrukcija sastoji od nekoliko mikroinstrukcija [2]. Međutim, programer i svaki drugi korisnik ne moraju da poznaju mikroinstrukcije. Sistemski sat sadrži oscilator taktnih signala i vremenska kola (tajmere) koja mogu da generišu i neke specijalne signale (na primer signal internog interapta za višekorisnički rad i dr.).

— Programski brojač (program counter — PC) uvek sadrži adresu sledeće instrukcije koja treba da se izvrši. Njegov sadržaj se automatski inkrementira za 1, 2 ili više (u slučaju skoka u programu) memorijskih lokacija. Kod IBM računara programski brojač i registar stanja su smešteni u jednom 64-bitnom PSW registru (koji pamti tzv. reč stanja).

Centralni procesor prema šemi na sl. 1.9 vrši razmenu informacija sa unutrašnjom memorijom preko posebne sabirnice i memorijskih registara a sa perifernim jedinicama preko spoljne sabirnice (magistrale). Međutim, moguće su drugačije veze, što zavisi od arhitekture računarskog sistema. Moguće je da svi delovi sistema međusobno komuniciraju preko jedne zajedničke spoljne sabirnice (na primer preko tzv. megabus-a kod sistema Ei-H6), a moguće je da postoje dve spoljne sabirnice — jedna za brzi a druga za spori prenos. Takođe je moguće

da postoje između centralnog procesora i spoljnih sabirnica kontroleri za upravljanje sabirnicama ili da (kao kod IBM računara) postoje tri specijalne upravljačke jedinice koje izvršavaju ulazno-izlazne operacije — tzv. kanali podataka (date channel): selektor (za brzi prenos), multipleksni (za više sporih prenosa) i blok-multipleksni (za više istovremenih brzih prenosa). Navedeni delovi ne postoje kod svih računarskih sistema zbog čega (mada se nalaze u centralnoj jedinici) nisu ucrtani na sl. 1.9.

1.4.4. Unutrašnje memorije

Unutrašnja (interna) memorija se sastoji od glavne i dopunske memorije. Ona komunicira sa svim ostalim delovima računarskog sistema preko dva svoja registra — memorijskog adresnog registra (MAR) i memorijskog registra podataka (MDR). Prvi je preko „kapija" (I-kola) vezan za adresnu sabirnicu i služi za privremeni smeštaj adrese podataka koji učestvuje u tekućoj operaciji, drugi je preko kapije vezan na sabirnicu podataka i služi za privremeno prihvatanje informacija pri čitanju ili upisu u memoriju.

Glavna ili operativna memorija (main storage) služi za privremeni smeštaj podataka za obradu i instrukcija programa (korisnikovog i sistemskih) koji upravljaju automatskom obradom podataka. Ove informacije mogu da se unesu u glavnu memoriju na tri načina: preko ulaznog nosioca podataka ručno preko tastature ulazno-izlazne jedinice ili sa spoljne memorije (automatski) preko odgovarajuće jedinice. Glavna memorija je podeljena na veliki broj adresibilnih lokacija ili pozicija; one, na primer, imaju dužinu od 9 bitova — osam bitova za predstavljanje znaka i jedan bit za kontrolu parnosti. Adrese lokacija počinju nulom i sekvencijalno rastu (u heksadekadnom ili oktalnom obliku) do najvišeg potrebnog broja. Vezane grupe znakova se memorišu u susednim lokacijama glavne memorije. Na primer, reč „input" za memorisanje zahteva pet memorijskih lokacija ili pozicija. Slovo „i" bi se memorisalo u poziciji sa najnižom adresom (to je i pozivna adresa ove grupe znakova), a slovo „t" bi se memorisalo u poziciji sa najvišom adresom koja je za 4 viša od najniže adrese. Upisivanjem ili smeštanjem novih podataka u memorijske lokacije briše se njihov prethodni sadržaj, dok očitavanje memorijskih lokacija ne menja njihov sadržaj.

Pristup svim informacijama glavne memorije je direktan s tim što je vreme pristupa manje od 1 mikrosekunde. Kapacitet glavne memorije može biti od nekoliko kilobajta do 16 megabajta. Često se kapacitet glavne memorije može povećati dodavanjem novih memorijskih modula.

Glavna memorija u pogledu tehnološke izrade može biti feritna (od malih magnetnih jezgara) i poluprovodnička. Savremeni elektronski računari obično imaju poluprovodničku glavnu memoriju u nekoj tehnologiji LSI integrisanih kola, tzv. RAM memoriju. Ona može biti statička ili dinamička (v. odeljak 1.5.4). Kod LSI kola kapacitet statičke RAM-memorije po čipu je do 32 kB a kod VLSI integrisanih kola je postignut maksimalni kapacitet od 0,5 MB po čipu. RAM-memorija nestankom napajanja gubi svoj sadržaj.

Dopunsku memoriju čine: stek-memorija, memorija samo za čitanje i skrivena memorija. Prve dve će biti opisane kasnije (u odeljku 1.5.4.), a treća predstavlja ultrabrzu memoriju malog kapaciteta. Prema načinu rada, skrivena ('cache') memorija je slična glavnoj memoriji, ali programer ne može do pristupa njenim memorijskim lokacijama. Ona ima nekoliko puta kraće vreme pristupa od glavne memorije. Aktuelne informacije za obradu se premeštaju iz glavne u skrivenu memoriju, tako da procesor može brže da radi nego kad radi direktno sa glavnom memorijom koja je sporija od procesora.

1.4.5. Periferne jedinice

Kao što je već rečeno (v. odeljak 1.4.1), periferne jedinice služe za unošenje informacija, dobijanje rezultata AOP, razmenu informacija između centralne jedinice i spoljnih memorija. Sve periferne jedinice rade u stalnoj, direktnoj (on line) vezi sa centralnom jedinicom, osim nekih izuzetaka, što će biti posebno objašnjeno. Periferne jedinice se na spoljnu sabirnicu (magistralu) priključuju preko svojih ulazno-izlaznih kontrolera koji se kod većih računara nalaze u posebnim ormanima a kod manjih računara na jednoj štampanoj ploči; oni u vezi ulazno-izlaznih operacija imaju više zadataka [2]. Obično svaka vrsta periferne jedinice ima svoj poseban kontroler tako da se na jedan kontroler priključuje 1 do 4 istih perifernih jedinica.

Ulazne jedinice su čitač kartica, čitač papirne trake, koordinatni čitač, čitači dokumenata, čitač bar-koda, analogni električni ulaz, govorni ulaz i tastatura koja je (osim kod kućnih računara) uvek u sklopu neke ulazno-izlazne jedinice. Čitač kartica i čitač papirne trake imaju zadatak da pročitaju znake izbušene na karticama odnosno papirnoj traci i pošalju ih u centralnu jedinicu na obradu. Bušena papirna traka se sada gotovo više ne upotrebljava, bušena kartica (postoji 80 i 96 kolonska kartica) retko, samo za bušenje instrukcija programa. Od čitača dokumenata najpoznatiji je optički čitač (OCR) koji čita nekodirane štampane znake sa izvornih dokumenata i šalje ih u centralnu jedinicu ili na magnetnu traku koja se kasnije nosi na čitanje. Postoji i ručni optički čitač — wand čitač. Čitač bar-koda ima specijalno lasersko pero kojim se unosi bar-(šipkasti) kod koji je za svaki izvozni artikal utisnut na njemu i sadrži informacije o zemlji proizvođača, proizvođaču i samom artiklu. Čitač bar-koda je često u kombinaciji sa elektronskom registar kasom koja je u ulozi specijalnog ('POS') terminala locirana u velikim prodavnicama. Analogni električni ulaz omogućava da se preko multipleksera i analogno-digitalnog konvertora u električni računar uvode električni signali iz mernih pretvarača koji (preko odgovarajućih senzora) mere razne neelektrične veličine u nekom industrijskom procesu (na primer protoci, pritisci, temperature), hidrometeorološkoj stanici ili laboratorijskom eksperimentu. Govorni ulaz u računar omogućava komunikaciju čoveka i računara prirodnim jezikom. Koordinatni čitač (digitizer) služi za unošenje krivih linija (tj. crteža) u računar na obradu.

Izlazne jedinice su štampači, koordinatni crtači, mikrofilmer, govorni izlaz, analogni i digitalni električni izlaz, dok su bušači kartica i papirne trake izbačeni iz upotrebe osim kada rade kao pripremne mašine (bušilice i ručni bušač papirne trake).

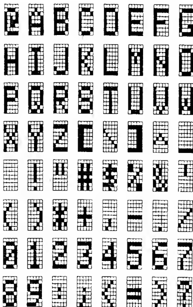
Štampač je najvažnija i najčešća izlazna jedinica i služi za štampanje rezultata obrade u sređenom obliku. Može biti linijski ili paralelni štampač (line printer) koji štampa red po red brzinom 400 — 2000 redova u minutu i serijski štampač koji štampa znak po znak brzinom od oko 150 znakova u sekundi. Postoje serijski lepezasti i matrični štampači koji će kasnije biti opisani. Osim linijskih i serijskih, postoje i moderni stranični (page) ili laserski štampači koji štampaju oko 20.000 redova u minutu; oni su vrlo skupi.

Koordinatni crtač („ploter") je uređaj za crtanje grafikona, tehničke dokumentacije, raznih vrsta karata i dr. Može biti stoni ploter (koordinatograf ili „x-y pisač") i sa obrtnim valjkom (drum plotter) koji često nije u vezi sa centralnom jedinicom već dobija podatke za čitanje iz magnetne trake. Postoje koordinatni crtači koji poseduju više pera (flomastera) za crtanje u boji.

Mikrofilmer ili mikrofilmski štampač omogućava snimanje rezultata AOP u nekodiranom obliku na mikrofilmu. Može da radi u direktnoj ili indirektnoj vezi (preko magnetne trake). Analogni (preko digitalno-analognog konvertora) i digitalni električni izlazi se obično koriste u slučajevima računarskog upravljanja industrijskim procesom, mašinama alatkama (numeričko upravljanje) i dr.

Govorni izlaz računara se najčešće ostvaruje pomoću sintesajzera (v. u odeljku 3.5.3).

Ulazno-izlazne jedinice su interaktivni računarski terminali: teleprinter (teletype), terminal sa tastaturom i serijskim štampačem, ekranski terminal i specijalni terminali. Prvi (adaptirani poštanski teleprinter) se zadržao u daljinskoj AOP, drugi se kao jedinstvena jedinica danas retko upotrebljava — o samoj tastaturi će kasnije biti reči. Najvažniji interaktivni terminal je ekranski terminal ili video-terminal. Sastoji se od tastature sa enkoderom (za standardne alfanumeričke znake i komandne funkcije), digitalnih elektronskih delova (generator znakova, video memorija, primopredajni adapter-interfejs, upravljačka logika i dr.) i katodne cevi koja je slična kao kod TV prijemnika; na njenom ekranu se prikazuju znaci, najčešće u 25 reda sa po 80 pozicija. Ekranski terminal je danas najrasprostranjenija jedinica sa kojom rade sve vrste korisnika računara: u samom ERC-u (za unošenje ulaznih podataka, razvoj programa, rad sa datotekama i dr.) na svom radnom mestu i u udaljenim terminalskim stanicama (u daljinskoj AOP). Videoterminal sa kojim radi operater sistema naziva se ekranska konzola. Preko nje operater kontroliše rad celog računarskog sistema. Glavna mana videoterminala je što ne daje pisani dokument — to se otklanja tako što više korisnika može da zajednički koristi jedan ili dva štampača, neki, pak, videoterminali imaju mogućnost direktnog priključivanja svog serijskog štampača koji se tada naziva hard copy uređaj. Postoje videoterminali za asinhroni prenos i sinhroni prenos u slučaju daljinske AOP. Postoje videoterminali za prikazivanje samo alfanumeričkih znakova i grafički videoterminali (monohromatski i u boji) koji omogućavaju tzv. grafiku



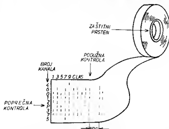
Sl. 1.10 — Prikaz standardnih znakova na ekranu

visoke rezolucije jer im se ekran sastoji od velikog broja tačaka-piksela (do 1280 × 1024 tačaka). Takvi videoterminali se koriste u projektovanju pomoću računara, u obrazovanju, u medicini, za daljinsko upravljanje energetskim postrojenjima i dr. Za grafičke videoterminale je često kablom vezano tzv. svetlosno pero kojim korisnik crta i briše na ek-

ranu, bira neku opciju radi dobijanja dodatnih informacija, ili locira mesto (u šemi nekog postrojenja) gde treba poslati neku daljinsku komandu. Videoterminali koji poseduju samo izlazni deo (tj. nemaju tastaturu) nazivaju se monitorima (v. odeljak 4.4.3). O specijalnim terminalima biće reči u sledećem odeljku.

Spoljne memorije kod većih i srednjih računarskih sistema su magnetna traka, magnetni disk (ranije i magnetni doboš), a kod mikroračunarskih sistema disketa, magnetna kaseta i kasetski disk. Binarne vrednosti (1 i 0) se kod spoljnih memorija memorišu u pojedinim česticama ferioksida koji se nalaze na površini spoljne memorije. Upis i čitanje se vrši pomoću magnetnih glava (glavni deo im je elektromagnet) koje namagnetišu čestice u jednom ili drugom smeru. Spoljne memorije ne smeju biti izložene temperaturi iznad 26°C jer se može promeniti namagnetisanje čestica. Magnetne trake i izmenljivi magnetni diskovi se čuvaju u klimatiziranoj prostoriji na policama u ERC-u (po potrebi se mogu dokupiti) a u svoju jedinicu se stavljaju samo kada treba vršiti upis ili čitanje.

Magnetna traka (MT) je od sintetičkog materijala širine 0,5 inča a dužine 1200, 2400 ili 3600 stopa. Bitovi iste težine se upisuju u 9 podužnih kanala a bajtovi se memorišu (obično u EBCDI kodu) poprečno, deveti kanal služi za kontrolu pravilnog upisa — u njemu se za svaki znak upisuje bit poprečne (ne)parnosti tako da ukupan broj vrednosti 1 bude paran (ili neparan); postoji i kontrola podužne parnosti (sl. 1.11). Gustina upisivanja može da se bira (preklopnikom na jedinici MT): 800, 1600 ili 6250 bajta po inču. Obično su znaci na traci grupisani u blokove

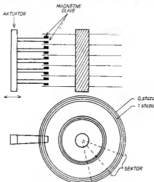


Sl. 1.11 — Devetokanalna magnetna traka

(na primer po 2000 znaka) koji su međusobno razdvojeni praznim tzv. međubločnim prostorom (I RG) širine 1,5 cm. Kapacitet jedne magnetne trake iznosi 10 do 50 MB, što zavisi od dužine, gustine i veličine bloka. Pristup podacima na magnetnoj traci nije direktan već sekvenci-

jalan. Jedinica magnetne trake služi za upis i čitanje magnetne trake koja se pri tom odmotava sa glavnog i namotava na pomoćni kotur a usput prolazi preko magnetnih glava — 9 za upis i 9 za čitanje. Jedinica prima podatke od ili ih šalje ka centralnoj jedinici brzinom prenosa koja obično iznosi 500 — 1000,$_{\text{3}}$kB/sec. Da li će se vršiti upis ili čitanje, određuje se instrukcijom programa. Moguće je i brzo premotavanje trake unazad direktno sa kotura na kotur. Pošto se prilikom upisivanja briše stari zapis trake, to postoji plastični zaštitni prsten (sl. 1.11) kojim, se, kada se ne nalazi na koturu, onemogućava upis u cilju zaštite važnih informacija na traci.

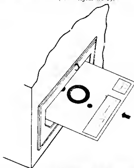
Magnetni diskovi (MD) su prečnika oko 35 cm, debljine oko 1,5 mm, izrađeni su od specijalne legure. Pojedinačne ploče se obično nalaze u specijalnoj kaseti — to su kasetski diskovi malog kapaciteta (do 10 MB). Mnogo češće su više ploča (5 do 19) montirane na zajedničkoj osovini — to su paketski diskovi (sl. 1.12). Svaka aktivna površina je podeljena na 200 do 800 koncentričnih staza a često i na nekoliko desetina sektora. U stazama magnetna glava (po jedna za svaku površinu) serijski upisuje podatke zahvaljujući obrtanju disk-paketa. Aktuator disk-jedinice svojim preciznim kretanjem brzo dovodi magnetne glave na adresiranu stazu odnosno na zamišljeni „cilindar" koji čine sve staze sa istim rednim brojem. Zbog toga kod magnetnih diskova postoji direktni pristup podacima. Paketski diskovi mogu biti izmenljivi i neizmenljivi u svojoj jedinici. Prvi su više u upotrebi; njihov kapacitet može da iznosi obično 30 do 300 MB (100 do 256 B po sektoru jedne staze) a vre-



Sl. 1.12 — Paketski disk

me pristupa je kod njih oko 100 milisekundi (msec). Brzina prenosa (transfera) podataka iznosi nešto preko 1MB/sec. Neizmenljivi paketski diskovi stalno stoje u svojoj disk-jedinici (mana im je što im se ne može povećati tzv. „off-line" kapacitet), ali imaju neke prednosti nad izmenljivim diskovima: pouzdaniji su u radu i imaju kraće vreme pristupa. Najpoznatiji su skupi IBM neizmenljivi diskovi (tzv. DASD) velikog kapaciteta — preko 1 GB. Druga vrsta su tzv. „winchester" diskovi — to su jevtini neizmenljivi diskovi manjeg kapaciteta (do 50 MB) koji su kompatibilni sa mikroračunarskim sistemima. Magnetni diskovi se koriste za smeštaj datoteka i programa u primenama gde se traži brzi pristup informacijama.

Magnetna disketa je mali savitljivi disk (floppy disc) koji se stalno nalazi u svom kartonskom omotaču; na njemu postoje tri otvora — za prolaz osovine na koju se disketa postavi u svom uređaju, za pristup magnetne glave svim stazama diskete i (mali kružni) otvor koji označava početni sektor diskete. Najviše su u upotrebi diskete prečnika 8 i 5,25 inča. Disketa od 8 inča može da se koristi kao spoljna memorija ili kao ulazni nosilac podataka za njihovo prikupljanje sa izvornih dokumenata uz pomoć odgovarajućih pripremnih mašina. Disketa od 8 inča miniračunarskog sistema Ei-H6 ima kapacitet povišine 256 kB (postoje i dvostrane diskete duplo većeg kapaciteta); na površini se nalazi 77 staza i 26 sektora u kojima se serijski upisuju kodirani znaci. Ulazno-izlazna jedinica (za upis i čitanje) diskete može biti: za automatski rad sa više disketa (na primer jedinica IBM 3540) ili za pojedinačne diskete (kod manjih sistema) u koju se disketa stavlja prema sl. 1.13. Diskete prečnika 5,25 inča (tzv. minidisketa) i manjeg prečnika se uglavnom upotrebljavaju u mikroračunarskim sistemima (v. odeljak 4.1.1).



Sl. 1.13 — Stavljanje diskete u jedinicu disketa

Magnetna traka u kaseti (tzv. magnetna kaseta) se najčešće koristi kao spoljna memorija mikroračunarskih sistema. Dužine je 150 ili 300 stopa a širine 3,81 mm. Njena jedinica (drive unit) za upis i čitanje može biti digitalna ili analogna. Digitalna jedinica omogućava veći kapacitet (nekoliko stotina kilobajta) i veću pouzdanost od analogne, koja najčešće može biti običan audio kasetofon s tim što specijalni kontroler (interfejs) pretvara, pri upisu, binarne vrednosti 1 i 0 u kratkotrajne audio signale (niske učestanosti).

O nosiocima podataka i perifernim jedinicama (o njihovom načinu funkcionisanja i primeni) čitalac može više saznati u knjizi [2].

1.4.6. Uređaji za daljinsku obradu podataka

Često se izvori informacija nalaze udaljeni od elektronskog računarskog centra (ERC-a). Ranije se pribegavalo da se u udaljenim punktovima postave pripremne mašine, pa se nosioci podataka na neki način transportuju u ERC gde se očitavaju u odgovarajućim ulaznim jedinicama. Ovakav način AOP je za mnoge primene prespor — naročito ako je potrebno udaljenim punktovima slati rezultate AOP u hitnom roku. Zbog toga se uvodi tzv. daljinska obrada podataka, u kom slučaju se u udaljenim mestima izvora informacija postavljaju isturene jedinice sistema — računarski terminali za daljinsku AOP koji su povezani sa ERC om preko telekomunikacionih linija ili veza.

Daljinska obrada podataka nameće potrebu i za nekim dodatnim uređajima. Osim standardnih jedinica sistema za AOP, u ERC-u je potrebno da postoji telekomunikaciona upravljačka jedinica koja upravlja mrežom za daljinsku AOP. U novije vreme, naročito kad je priključeno mnogo linija, ulogu ove jedinice vrši tzv. komunikacioni računar ili pretprocesor. Telekomunikacione linije za daljinsku AOP mogu biti u odnosu na korisnike, javne i specijalne ili tzv. funkcionalne (obično vlasništvo radnih organizacija, vojske i sl.). U tehničkom smislu veze mogu biti žične, bežične i, u poslednje vreme, svetlovodne (preko optičkih vlakana). Bežične veze se realizuju preko veštačkih satelita ili preko radiorelejnih stanica. Pošto postojeće telefonske linije bolje prenose analogne signale (muziku, govor, sliku), to je na ulazu u liniju potreban uređaj koji analogni noseći signal moduliše digitalnim signalom dok se na izlazu iz linije vrši demodulacija, tj. izdvajanje digitalnog signala. Zbog toga na oba kraja linije postoje tzv. modemi (modulator + demodulator) koji to obavljaju. Modemi mogu biti za asinhroni i sinhroni prenos i to za različite brzine prenosa podataka koja zavisi od korišćene linije. Brzina prenosa je kod žičnih veza od 600 do 4800 bit/sec. (kod bežičnih veza je desetak puta veća). Osim standardnih direktno vezanih modema na terminalskom kraju linije za male brzine prenosa, može da se koristi tzv. akustični modem (acoustic coupler) u kome se impulsni signal pretvara u odgovarajući akustični signal, a ovaj uvodi u mikrofon telefona preko koga se šalje na liniju. Računarski terminali u daljinskoj obradi podataka mogu biti gotovo sve standardne periferne jedinice sistema za AOP, ali i neki nestandardni udaljeni uređaji. Najčešći računarski terminali su ekranski terminal, teleprinter, teletype, štampač ili neki specijalni terminali, kao na primer:

— šalterski terminali u bankama,

— POS terminali (elektronske registar-kase sa čitačem bar-koda u robnim kućama i sl.),

— poslovni prenosni (portabl) terminali koji imaju ugrađen akustički modem. Nose se u tašni i, po potrebi, se mogu priključiti na telefonsku liniju.

Najzad, postoje i inteligentni terminali koji mogu da vrše delimičnu AOP na mestu izvora informacije. To su obično ekranski terminali sa ugrađenim mikroračunarom a nekiput i sa štampačem i spoljnom memorijom na disketama. Međutim, i neke druge vrste računarskih terminala mogu biti „inteligentni" ili tzv. smart terminali. Ukoliko je potrebno priključiti više udaljenih računarskih terminala na jednu zajedničku telekomunikacionu liniju, tada je potreban specijalni uređaj — multiplekser koji ciklički spaja na liniju pojedine terminale koji tada šalju/primaju svoju poruku u ERC. Umesto multipleksera, može da se nalazi koncentrator — to je složeniji uređaj koji se može programirati tako da se na njega mogu priključiti više različitih terminala sa međusobno različitim strukturama poruka.

O uređajima za daljinsku obradu podataka i računarskim mrežama čitalac može naći u knjizi [3].

1.4.7 O održavanju i sigurnosti rada računarskog sistema

Održavanje računarskog sistema obuhvata:

1. preventivno održavanje (razna čišćenja, podmazivanja, zamene delova i ostalo što je propisao proizvođač u svom uputstvu za održavanje sistema);

2. detekciju i dijagnozu greške (kvara sistema); u slučaju da u ERC-u ne može da se postavi tačna dijagnoza greške potrebno je bar izolovati grešku, tj. utvrditi koji deo (na primer štampana ploča u nekoj jedinici) izaziva kvar. Specijalni dijagnostički programi pomažu u dijagnozi kvara;

3. Opravku kvara; ona se često svodi na zamenu neispravnog dela i/ili neko podešavanje ako se radi o nekom elektromehaničkom delu.

Celokupno održavanje računarskog sistema se obično poverava stručnom i ovlašćenom servisu kome vlasnik sistema mesečno paušalno plaća. Najčešće se za održavanje plaća godišnji iznos koji predstavlja 10% od cene hardvera celog računarskog sistema u toj godini. U računarskom sistemu se kvare češće elektromehanički delovi (tj. periferne jedinice) od elektronskih delova. I izvori napajanja se često kvare.

Obično se definišu sledeće veličine-faktori koje karakterišu sigurnost rada sistema.

a) Pouzdanost (reliability) R=MTBF je srednje vreme rada između dva uzastopna kvara sistema. Određuje se eksperimentalnim putem. Pouzdanost se povećava redovnim preventivnim održavanjem sistema.

b) Popravljivost (serviceability) S=MTRF je srednje vreme koje je potrebno da se otkloni kvar sistema. Popravljivost se smanjuje ako za delove sistema koji se najčešće kvare postoji u ERC-u rezervni deo. Kod

modernih računarskih sistema se u cilju smanjenja faktora S vrši daljinska dijagnostika (preko telefonskih linija) od strane centralnog servisa kako bi serviser na put krenuo sa potrebnim delovima radi zamene neispravnih.

c) Raspoloživost (availability) A je procenat vremena u kome sistem ispravan stoji na raspoloženju korisniku. Ukoliko su poznati faktori R i S, raspoloživost se izračunava prema obrascu: $A = R/(R+S) \cdot 100\%$.

1.5. MIKRORAČUNARI

1.5.1. Osnovni pojmovi o mikroračunarima

Zahvaljujući tehnologiji LSI integrisanih kola, pre desetak godina su se pojavili mikroprocesori i mikroračunari vrlo malih dimenzija, ali često sa sposobnostima miniračunara kada se radi o specifičnim primenama. Međutim, u odnosu na miniračunare za specifične primene, mikroračunari imaju niz prednosti u pogledu cene, pouzdanosti, fleksibilnosti (lakših izmena) i dr.

Mikroračunari najčešće imaju 8-bitnu reč, ali postoje i 16-bitni mikroračunari, za jednostavnu automatiku se upotrebljavaju i 4-bitni mikroračunari.

Prema primeni, mikroračunari mogu da se podele na: mikroračunare za rešavanje jednog specifičnog zadatka i za rešavanje više zadataka iz jedne oblasti primene. Usmereni (dedicated) mikroračunari spadaju u prvu grupu, oni često u svojstvu tzv. kontrolera zamenjuju elektronska kola koja su ranije automatizovala deo nekog radnog procesa ili vrše nadzor istog (na primer u aparatima za domaćinstvo, u uređajima za kontrolu energije, u raznim uređajima za automatsko upravljanje i dr.). Ali češće takav mikroračunar omogućava, zahvaljujući svom programu (koji je „ugrađen" u ROM memoriji), viši stepen upravljanja, kontrole ili merenja — na primer u filtovima koji pamte, u industrijskim i drugim robotima, u automobilima (za štednju goriva, povećanje bezbednosti vožnje) i avionima, u numeričkom upravljanju (mašinama alatkama) u medicinskim pomagalima i dr. Ovakvi mikroračunari su obično nevidljivi za korisnika, oni imaju jedan radni program koji je smešten u ROM-memoriji i predviđeni su da rade samo prema tom programu.

Mikroračunari druge grupe mogu da rade prema jednom od programa obično iz jedne oblasti primene — na primer u obradi specijalnih signala, za programirajuće hemijske instrumente, za daljinsko upravljanje energetskim postrojenjem, za distribuiranu AOP, za obrazovne programe u nastavi, kao personalni i kućni računari. Ovakvi sistemi (obično na bazi 16-bitnih mikroprocesora) sa većim mogućnostima i višom cenom izgledaju kao mikroračunari. Međutim, oni spadaju u miniračunare na bazi mikroprocesora samo ako imaju operativni sistem koji omogućava višekorisnički multiprogramski rad sa brzim perifernim jedinicama. U protivnom, predstavljaju mikroračunarski (ili „mikro") sistem čiji glavni hardverski deo, mikroračunar, odgovara centralnoj jedinici računarskog sistema, a periferni uređaji su ili slični kao kod univerzalnih računara ili predstavljaju merne instrumente i uređaje za specifične primene.

Na sl. 1.14 je prikazana blok-šema minimalne konfiguracije mikroračunara, čiji su glavni delovi:

— mikroprocesor smešten u jednom LSI kolu,

— oscilator taktnih impulsa obično u posebnom LSI kolu sa kvarcom,

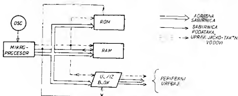
— RAM memorija smeštena u nekoliko istih LSI kola,

— ROM memorija smeštena u jednom ili više LSI kola,

— ulazno/izlazni blok (interfejs, U/I kontroler) smešten u jednom ili više LSI kola,

— sabirnice (magistrale): sabirnice podataka, adresne sabirnice i sabirnice upravljačko-kontrolnih i taktnih signala.

Sistemski softver mikroračunarskih sistema sa kojim radi korisnik se sastoji od operativnog sistema (ponekad nazvan „monitorom"), asemblerprevodioca, prevodioca/interpretatora viših programskih jezika, editora i dr.



Sl. 1.14 — Blok šema mikroračunara

1.5.2. Razvojni sistem mikroračunara

Mikroračunar može da se prodaje korisniku u obliku kompletnog sistema, ali može (što je mnogo jeftinije) da se isporuči i u pojedinim delovima, tj. u obliku pojedinih čipova. U ovom drugom slučaju, korisnik-konstruktor (koji u tom slučaju mora da poseduje znanje iz digitalne elektronike i programiranja) ima zadatak da sam (obično prema nekom priručniku) poveže sve delove hardvera, unese u (EP)ROM memoriju radni program i potrebne delove operativnog sistema i upotrebi mikroračunar za rešavanje svog specifičnog problema. Da bi se sve to postiglo, potrebno je, pored neophodnog predznanja i poznavanja karakteristika izabranog mikroprocesora i ostalih delova, posedovati tzv. mikroračunarski razvojni sistem koji omogućavaju paralelni (tj. istovremeni) razvoj potrebnog hardvera i softvera. Razvojni sistem omogućava emulaciju budućeg mikroračunara, tj. izradu hardverskog modela, prototipa sa lako izmenljivim delovima na kome konstruktor testira svoj radni program.

Postoji više vrsta razvojnih sistema koji se međusobno razlikuju prema arhitekturi hardvera i sistemskom softveru, što utiče na njihove mogućnosti i cenu. Najjednostavniji i najjeftiniji razvojni sistemi su tzv. „evaluation kit"-ovi, a složeniji su skuplji, ali sa mnogo većim mogućnostima. Oni poseduju svoj sistemski softver (asembler, disasembler, operativni sistem, editor, punilac, dijagnostičke programe) koji olakšava rad konstruktoru.

1.5.3 Mikroprocesor

Mikroprocesor je deo mikroračunarskog sistema koji vrši ulogu centralnog procesora.

Mikroprocesor može da vrši sledeće funkcije:
- — čita podatke iz interne memorije,
- — upisuje podatke u internu memoriju,
- — čita podatke iz perifernog (U/I) uređaja,
- — upisuje podatke u periferni (U/I) uređaj,
- — izvršava aritmetičke i logičke operacije nad podacima.

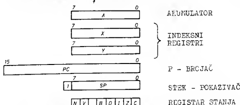
Osim toga, mikroprocesor se može nalaziti i u stanju kada je privremeno isključen sa sabirnice, kada nema kontrolu nad mikroračunarskim sistemom. Tada je omogućeno da sabirnicama u cilju izvođenja ulazno-izlaznih operacija upravlja neki drugi sklop (kontroler ili drugi mikroprocesor).

Mikroprocesori raznih proizvođača se razlikuju po svojoj arhitekturi hardvera, mašinskom jeziku i skupu asemblerskih instrukcija. Zajedničko za sve tipove mikroprocesora je da su smešteni u jednom LSI integrisanom kolu (najčešće sa 40 izvoda ili pinova), kao i da se skoro svi tipovi mikroprocesora sastoje od sledećih delova:

- — aritmetičko-logičke jedinice,
- — jednog ili dva akumulatora,
- — nekoliko opštih registara,
- — programskog brojača (PC),
- — stek pokazivača (SP) koji čuva adresu stek memorijske lokacije koja je na redu za upis/čitanje,
- — jednog ili dva indeks-registra (IX, IY) koji olakšavaju izvršavanje programskih petlji,
- — jednog ili dva registra stanja,
- — registra instrukcija,
- — generatora upravljačkih signala,
- — oscilatora taktnih impulsa (često se nalazi u posebnom čipu) koji generiše monofazni ili dvofazni taktni impulsni signal,
- — bafer-registara sabirnice podataka i adresne sabirnice.

Za korisnika-programera su najvažniji oni delovi mikroprocesora koji su mu pristupačni preko tastature pomoću instrukcija programa u asemblerskom jeziku. To su: akumulatori, opšti registri, programski brojač, indeks registri, registar stanja i stek pokazivač. Oni čine tzv. programski model mikroprocesora koji zavisi od tipa mikroprocesora. Na

sl. 1.15 je dat primer programskog modela mikroprocesora 6502. Registar stanja sadrži flip-flopove (tzv. „flag"-ove) koji indiciraju stanje rezultata prethodne aritmetičke operacije (Z = 1-nula, N = 1-negativan, C = 1-bit prenosa, V — prekoračenje) i dr.



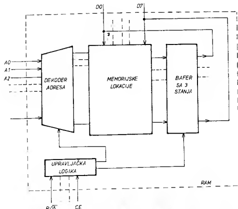
Sl. 1.15 — Programski model mikroprocesora 6502

Najpoznatiji proizvođači mikroprocesora su firme »Intel« (serija 80xx), »Motorola« (serija 680xx) i »Zilog« (mikroprocesor Z80xx). Poslednjih godina sve tri firme, osim 8-bitnih, proizvode i 16-bitne mikroprocesore. Osim toga, prve dve firme proizvode i specijalne mikroprocesore (za aritmetičke operacije, ulazno-izlazne operacije i sl.).

1.5.4. Unutrašnje memorije mikroračunara

U mikroračunarima se (prema sl. 1.14) nalazi RAM-memorija za privremeni smeštaj podataka i instrukcije programa. Ona odgovara glavnoj memoriji kod računara. Osim toga, u RAM-memoriji je smeštena i stek-memorija.

RAM-memorije mogu biti statičke i dinamičke. Sadržaj statičke RAM-memorije ostaje prilikom čitanja neizmenjen, nezavisno od broja pristupa, tj. može se čitati neograničen broj puta. Kapacitet jednog čipa statičke RAM-memorije obično iznosi od 1 do 8 kB. Kod dinamičkih RAM-memorija informacije se pamte u kondenzatoru koji je redno vezan sa MOS tranzistorom. Ovi kondenzatori vremenom gube svoje punjenje pa se propisuje da se dinamičke RAM-memorije pomoću dodatnih elektronskih kola »osvežavaju« (svakih 2 milisekunda) ponovnim upisivanjem postojećeg sadržaja. Njihov kapacitet iznosi do 256 K-bita. Ovo je naročito važno u slučaju baterijskog napajanja što se vrši kada je potrebno sačuvati sadržaj memorije u slučaju nestanka napona mreže. CMOS statičke RAM-memorije imaju vrlo malu potrošnju zbog čega ih je moguće napajati iz baterije. Svako integrisano kolo (čip) RAM-memorije (postoji više čipova) poseduje izvode (»pin«-ove) za priključivanje adresnih vodova (A0, A1, ...), vodova podataka (D0, D1, ..., D7), vodova upravljačko-selekcionih signala i 2—4 voda napona napajanja.



Sl. 1.16 — Blok-šema RAM čipa

U memorijskim čipu (sl. 1.16) se, osim memorijskih elemenata — za svaki bit po jedan flip-flop, nalazi upravljačka logika (na koju se dovode signali koji selektiraju posebno svaki čip-CE, određuju da li će se vršiti upis ili čitanje — R/W i dr.), dekoder adresa (koji omogućava da se raznim kombinacijama logičkih nivoa na adresnim vodovima adresira svaki flip-flop u čipu) i bafer sa tri stanja (3-state buffer) koji omogućava da vodovi podataka budu ulazni — kada se vrši upis, ili izlazni — kada se vrši čitanje. Ukoliko, na primer, kapacitet čipa iznosi 2 kB tada postoji 2048×8=16384 flip-flopova zbog čega je potrebno da čip bude priključen na 14 vodova (zbog $2^{14}=16384$) adresne sabirnice. Da bi se smanjio broj veza i adresnih izvoda na sedam vrši se multipleksiranje adresa tako što se, preko specijalnog kola — multipleksera, na 7 adresnih linija RAM čipa prvo dovodi 7 nižih adresnih bitova a zatim 7 viših, što zavisi od nivoa (niskog ili visokog) posebnog S (select) signala koji se uvodi u multiplekser.

Memorija samo za čitanje ili ROM-memorija se za vreme rada računara može samo da čita dok upisivanje u nju nije moguće. Njen sadržaj je upisan prilikom fabrikacije i stalno se nalazi u ROM-memoriji, tj. ne gubi se ni prilikom gubitka napona napajanja. Zbog osobine da njihov sadržaj ostaje stalno memorisan, tj. trajno je zaštićen, ROM-memorije

se koriste za smeštaj važnih informacija (podataka i instrukcija) koji su neophodni pri radu računara. To su: razne konstante, tabele, delovi operativnog sistema, mikroinstrukcije (kod računara sa mikroprogramiranjem). Kod mikroračunara za specijalne namene, ROM-memorija služi i za smeštaj radnog programa, a kod kućnih računara u njoj se nalazi i interpretator programskog jezika »basic«. ROM-memorija je manjeg kapaciteta — smeštena je u nekoliko specijalnih LSI integrisanih kola najčešće kapaciteta 4, 8 ili 16 kB. Kod mikroračunara njen ukupan kapacitet obično iznosi do 48 kB (kod računara sa mikroprogramiranjem kapacitet je veći). U čipu ROM-memorije se, kao i u RAM čipu, nalazi dekoder adresa, upravljačka logika i bafer sa 3 stanja.

Vrlo slični ROM-memoriji su PROM i EPROM-memorija. PROM-memorija je programirajuća ROM-memorija, u nju može i korisnik da upiše informacije u binarno-kodiranom obliku pomoću specijalnog uređaja, tzv. PROM-programatora. Ovo je naročito korisno kod mikroračunara u koji konstruktor sistema može da smesti, po želji, radni program za izvršavanje nekog specijalnog zadatka mikroračunara. EPROM-memorija ima osobinu da se njen sadržaj može izbrisati pomoću ultraljubičaste svetlosti a zatim se, pomoću PROM-programatora, novi sadržaj može upisati, to je tzv. UV EPROM-memorija (sa prozorčićem za prolaz svetlosti). Postoji i EEPROM-memorija kod koje se brisanje vrši električnim putem.

Stek-memorija zauzima mali deo RAM-memorije. Ona ima samo jedan zajednički ulaz/izlaz; upisivanje i čitanje se vrši na principu »zadnji upisan — prvi pročitan«. Stek-memorija služi za privremeno memorisanje adresa sa kojima se manipuliše. Na primer, za vreme interapta (v. odeljak 1.55.) u stek-memoriju se mogu smestiti sadržaji svih važnih registara, ili u slučaju koncentrične kompozicije više potprograma, u stek-memoriju se smeštaju povratne adrese potprograma koje se u obrnutom redosledu automatski nalaze radi njihovog daljeg izvršavanja. Stek-memoriji pripada jedan registar tzv. stek-pokazivač (SP) koji uvek sadrži adresu trenutno slobodne lokacije stek-memorije. Adresu početne lokacije stek-memorije određuje operativni sistem. Nekada postoji i korisnikova stek-memorija. Njenu početnu, u stvari najvišu adresu stek-memorije, određuje korisnik instrukcijom u svom programu. Na sl. 1.17 je dat primer korišćenja stek-memorije mikroračunara M6800 prilikom interapta.



Sl. 1.17 — Sadržaj stek-memorije u slučaju interapta (levo — pre interapta, desno — posle interapta)

Kod 8-bitnih mikroprocesora ukupan kapacitet unutrašnje memorije mikroračunara može da iznosi najviše 64kB; to znači da sve RAM i ROM memorije moraju nalaziti u adresnom prostoru čije su granice 0 i 65535_{10}, što se tačno specificira u tzv. memorijskoj mapi (memory map). Ipak treba istaći da neki moderni kućni i personalni računari (na primer, C—128) mogu da poseduju višestruko veći kapacitet unutrašnje memorije zahvaljujući jedinici za upravljanje memorijom (MMU) koja upravlja nekolikim blokovima (ili »bankama« memorije) kapaciteta po 64kB.

1.5.5. Hardverski prekidi. Način prenosa informacija

U mikroračunaru, osim usled gubitka napona napajanja, može doći do hardverskog prekida izvršavanja programa na dva načina (iz dva razloga):

1. Kada specijalno »reset« kolo primi signal za restartovanje (koji se obično javlja kada korisnik pritisne odgovarajući »reset« taster ili uključi napon napajanja), tada ono pošalje aktivni RES(et) signal mikroprocesoru koji zatim traži sadržaj dve lokacije ROM-memorije sa najnižom (ako je mikroprocesor Z80), odnosno najvišom (ako su mikroprocesori 68xx) adresom i te sadržaje prenosi u 16-bitni programski brojač (v. odeljak 1.4.3). U navedenim memorijskim lokacijama se nalazi početna adresa tzv. reset potprograma koji omogućava izvršavanje radnog programa od početka.

2. Kada neki periferni uređaj (device) ima hitan zahtev za razmenom informacija, on šalje mikroprocesoru (preko izvoda $\overline{\text{INT}}$ ili $\overline{\text{IRQ}}$) specijalan interapt signal koji izaziva privremeni prekid izvršavanja osnovnog programa i prelaz na izvršavanje tzv. interapt potprograma (rutine za obradu prekida) koji upravlja traženim prenosom informacija između mikroračunara i perifernog uređaja. Po završetku prenosa, informacija nastavlja sa izvršavanjem osnovnog programa od mesta gde je bio prekinut. To je moguće zahvaljujući činjenici što se prilikom prekida sadržaji programskog brojača i registra stanja (a često i ostalih registara) automatski sačuvaju obično u stek-memoriji (sl. 1.17), a po završetku interapt potprograma se automatski restauriraju. U slučaju da više perifernih uređaja traži interapt prvo se opslužuje uređaj koji ima najviši prioritet ili (ako su svi istog prioriteta) koji je prvi tražio prekid. Pri tome, ukoliko uređaj koji izaziva interapt istovremeno javlja mikroprocesoru i svoj identifikacioni broj, takav prekid se naziva vektorskim interaptom. Programer, ukoliko želi da onemogući eventualni interapt, može da ga programski maskira jednom instrukcijom (u asemblerskom jeziku). Neki mikroprocesori imaju osim izvoda za opisani interapt (koji se može maskirati) i poseban izvod za tzv. nemaskirajući interapt (NMI) koji se ne može maskirati, tj. mikroprocesor uvek mora da prihvati takav zahtev za privremenim prekidom.

Prenos (transfer) informacija između mikroračunara i perifernog uređaja pomoću (tj. za vreme) privremenog prekida-interapta se često obavlja u mikroračunarskim sistemima naročito kod onih koji vrše tzv. obradu u realnom vremenu kada interval između momenta prijema po-

dataka i momenta dobijanja rezultata treba da bude što kraći. To je slučaj kod većine primena »usmerenih« mikroračunara i sl. Često se, pri tom, koristi prenos »rukovanjem« (handshaking) kada mikroračunar i periferni uređaj pomoću dva specijalna signala sinhronizuju primopredaju podataka.

Osim uz korišćenje interapta, postoje još dva načina prenosa informacija, tj. mogućnosti izvođenja ulazno-izlaznih operacija mikroračunara: programirani prenos i prenos pomoću direktnog pristupa memoriji. Programirani prenos se obavlja zahvaljujući ulazno-izlaznim instrukcijama programa. Dok mikroprocesor samo čeka, periferni uređaju se programski može narediti da se pripremi za prenos i kada je spreman on to signalizira obično preko svog specijalnog flip-flopa — tzv. zastavice (flag). Ukoliko postoji više perifernih uređaja, mikroprocesor ciklički ispituje njihove zastavice, što se naziva prozivka (polling). Ovaj način prenosa informacija je najsporiji.

Prenos pomoću direktnog pristupa memoriji (DMA transfer) je najbrži, ali se kod mikroračunara ređe koristi. Ovakav prenos se obavlja bez učešća mikroprocesora; direktnom razmenom informacija između RAM-memorije i perifernog uređaja upravljaju (pomoću svojih upravljačkih signala) specijalno izrađeni sklopovi — tzv. DMA logika ili poseban DMA kontroler smešten u jednom čipu.

1.5.6 Ulazno-izlazni blok mikroračunara

Ulazno-izlazni blok ima veliki značaj pri sprezanju mikroračunara i uređaja periferne opreme jer se preko njega vrši prenos podataka i upravljačkih signala. On treba da omogući hardversko i softversko sprezanje mikroračunara određenih ulazno-izlaznih karakteristika i opreme koja obično ima sasvim druge tehničke karakteristike.

Prenos se vrši preko uređaja za spregu, preko ulazno-izlaznog interfejsa, i linija za prenos informacija. Kao i u nekim drugim oblastima elektrotehnike, gde prilikom sprezanja opreme treba voditi računa o prilagođenju, impedansi, odnosu korisnog signala i šuma, izobličenjima i dr., i kod projektovanja ulazno-izlaznog interfejsa treba rešiti slične probleme, i to posebno za svaku vezu određenog mikroračunara i određenog perifernog uređaja. S obzirom da je to za korisnika mikroračunarskog sistema težak zadatak koji zahteva visokostručni kadar, proizvođači mikroračunara su težili ka izradi univerzalnih komponenata za ulazno-izlazni interfejs, pa su zbog toga razvijeni standardni interfejs-adapteri koji se mogu programirati da bi se prilagodili specifičnoj nameni. Oni su obično smešteni u jednom LSI integrisanom kolu i ispuručuju se zajedno sa ostalim delovima mikroračunara.

Ulazno-izlazni blok može biti za spori ili za brzi prenos informacija. Ulazno-izlazni blok za spori prenos se obično naziva programirajući ulazno-izlazni adapter koji može biti za paralelni ili za serijski prenos informacija. Na primer, programirajući ulazno-izlazni adapter za spori paralelni prenos, firme »Motorola« (adapter PIA), ima 16 ulazno-izlaznih priključaka (dva I/O port-a) za spoljne vodove signala podataka i 4 priključka za vođenje spoljnih upravljačkih signala. (Sli-

ne karakteristike ima i odgovarajući adapter firme »Zilog« — adapter Z80PIO). Ove adaptere je potrebno, u zavisnosti od izabrane vrste prenosa podataka, inicijalizirati sa nekoliko instrukcija na početku radnog programa. Na adapter PIA (ili PIO) se obično priključuju periferni uređaji koji nisu udaljeni od mikroračunara.

Ulazno-izlazni blokovi za brzi paralelni prenos informacija se obično nazivaju programirajući ulazno-izlazni kontroleri. Takav je, na primer, kontroler za razmenu informacija između mikroračunara i ulaznoizlazne jedinice disketa.

Ulazno-izlazni blok za asinhroni serijski prenos informacija je standardni programirajući adapter koji je potrebno na početku radnog programa inicijalizirati da bi se odredio željeni način rada adaptera. (Kod mikroračunara »Motorola« takav blok se naziva ACIA a kod »Zilog«-a je to Z80—SIO) [4].

Međutim, da bi se od TTL naponskih nivoa (0 V i 5 V) dobili standardni naponski nivoi (za asinhronu serijsku komunikaciju je propisano da logičko 1 bude impuls nivoa između —3 i —12 V, a logičko 0 impuls nivoa između +3 i +12 V, treba dodati još integrisano kolo MC1488 (i MC1489 za suprotan smer). Na drugom kraju linije se može priključiti bilo koji računarski terminal i računar koji poseduje isti interfejs ili se može priključiti modem za vezu sa linijom za daljinsku obradu podataka.

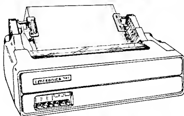
1.5.7. Periferna oprema mikroračunarskog sistema

Pod perifernom opremom (peripheral equipment) mikroračunarskog sistema podrazumevaju se svi uređaji (devices) sa kojima mikroračunar može biti spregnut čineći tako jedan mikroračunarski sistem koji služi za izvršavanje određenih zadataka kao što su: upravljanje radom nekog motora (na primer u industrijskom robotu ili artiljerijskom oruđu), programirano merenje nekih veličina i dr. To znači da u perifernu opremu spadaju standardne periferne jedinice sistema za AOP ali takođe i nestandardni elektronski i elektromehanički ulazno-izlazni uređaji od kojih mikroračunar prima potrebne informacije, odnosno čijim radom mikroračunar pomoću svog programa upravlja, tj. omogućava da njihov rad bude na neki način automatski i sa mogućnostima relativno lakog uvođenja potrebnih izmena.

Svi uređaji periferne opreme se mogu podeliti u dve velike grupe, prema brzini rada, na spore uređaje i brze uređaje periferne opreme.

U spore uređaje spadaju sve standardne ulazne i izlazne jedinice i nestandardni periferni uređaji: alfanumerička ili heksadekadna tastatura, monitor, ekranski terminal, štampač, koordinatni čitač (digitizer), ploter, cifarski prikazivač, govorni ulaz i izlaz, čitači dokumenata i bar-koda, TV kamera, analogni (iz senzora i mernih pretvarača) i digitalni (iz raznih vrsta prekidača) električni ulaz, analogni (ka motorima, ventilima i dr.) i digitalni (ka sklopovima, releima i dr.) električni ulaz i ostali uređaji.

U grupu bržih uređaja spadaju obično jedinice spoljnih memorija koje mogu biti: magnetne kasete (digitalne i analogne), magnetni diskovi (vinčester i kasetski diskovi), diskete i magnetne trake. Neizmenljivi (vinčester) magnetni diskovi su hermetički zatvoreni radi pouzdanog upisa i čitanja. Disk je najčešće prečnika 5.25 inča a nekiput su u paketu 2 ili 3 diska. Ukupan kapacitet im je obično 20 ili 40 MB.



Sl. 1.18 — Serijski štampač »Centronics«

1.5.8. Pojam personalnih i kućnih računara

Prvi mikroprocesor u integrisanom kolu se pojavio na tržištu 1972. godine i ubrzo posle toga (1975. god.) su Jobs i Wozniak u SAD konstruisali prvi mikroračunarski sistem — APPLE II koji je nazvan personalnim računarom i namenjen je neprofesionalnim korisnicima računara, onim korisnicima koji nisu obučavani (školovani) da rade sa elektronskim računarom ili računarskim terminalom na svom radnom mestu. Zatim se pojavljuje na tržištu niz drugih personalnih i kućnih računara (TRS-80, commodore, atari itd.) sa relativno jevtinim hardverom i softverom. Pri tome se pod personalnim računarima (personal computer) podrazumevaju mikroračunarski sistemi koji se koriste za složenije primene — u administrativnom poslovanju, za obradu teksta, za modeliranje raznih pojava, u obrazovanju, za projektovanje pomoću računara, kao inteligentni terminali i dr. Kućni računari (home computer) su jeftiniji od personalnih računara i namenjeni su učenju programskih jezika, štampanju programskih lista i teksta, video-igrama, raznim proračunima, komponovanju melodija i dr. Odlikuju se dobrim grafičkim mogućnostima.

Periferne jedinice kućnih računara su tastatura, TV prijemnik (ili monitor), audio-kasetofon, serijski štampač, jedinica diskete, palice za igru i koordinatni crtač. Najpoznatiji kućni računari su: ZX Spectrum, Commodore 64 i 128, Atari 800XL, Amstrad/Schneider CPC-464 i 6128.

Periferne jedinice personalnih računara su tastatura, monitor, jedinica disketa, serijski štampač, koordinatni čitač (grafički štampač) i disk-jedinica nepromenljivog (winchester) diska. Osim toga, često postoji mogućnost i priključivanja nestandardnih perifernih uređaja preko tzv. električnog ulaza i izlaza računara. Danas su najpoznatiji personalni računari: IBM-PC, PC XT i PC AT, zatim apple-macintosh i atari 520ST. Od domaćih personalnih računara najpoznatiji je PARTNER, proizvod firme Iskra-Delta.

1.6. UVOD U ODRŽAVANJE KUĆNIH RAČUNARA

1.6.1. Potrebni instrumenti. Opšta uputstva

Kao što je u odeljku 1.4.7 istaknuto, pre opravke kvara ma kog elektronskog računara treba izvršiti detekciju greške i dijagnozu kvara računara. Drugim rečima, treba ustanoviti posledicu kvara i pronaći uzrok kvara. To isto treba učiniti i prilikom opravki kućnih računara. Tek kada je tačno utvrđen uzrok kvara, treba pristupiti njegovom otklanjanju, opravci, koja često obuhvata i zamenu neispravnih delova računara. Taj se posao ne može uraditi (osim u nekim izuzetnim slučajevima kada se samo posmatranjem može pronaći greška) bez potrebnog alata i instrumenata.

Od alata je potrebno imati: odvrtke, sečice, pincetu, klešta, vakuum-pumpicu (za čišćenje rupica na štampanoj ploči od tinola), hvataljku za vađenje čipova i niskonaponsku lemilicu. U novije vreme su se na tržištu pojavile lemilice pogodne za rad sa integrisanim kolima: one imaju specijalni dodatak za istovremeno zagrevanje svih nožica (tj. rupica) jednog integrisanog kola, što olakšava njihovo razlemljivanje od štampane ploče.

Od instrumenata su potrebni: multimetar ili AVO-metar (analogni ili još bolje digitalni), logička sonda za detekciju/ispitivanje naponskih nivoa (stalnih i impulsnih). Za vrlo skrivene greške kod kojih je teža dijagnoza potrebno je imati i osciloskop. Za najskrivenije kvarove treba imati i logički analizator. U nedostatku poslednjih treba naći noviji tip digitalnog multimetra koji omogućava (pored ostalog) i merenje probojnog napona PN spoja poluprovodničkih komponenata (v. odeljak 1.6.5.). Osim toga, potrebno je imati i izvor stabilisanih napona +5 (i +12 V) za priključivanje logičke sonde i eventualno još neke potrebe.

Kao i kod drugih savremenih elektronskih uređaja sve elektronske komponente (integrisana kola i diskretni elementi) smeštene su na štampanim pločama (PC board); to su ploče od izolatora na kojima su sve komponente povezane prema električnoj šemi, štampanim vezama. Veza štampane ploče sa drugom štampanom pločom ili nekim električnim uređajem (na primer motorom, mrežnim transformatorom i dr.) obično se ostvaruje preko kabla i konektora (višepolnog priključka) sa polaznim izvodima-klemama.

Nekoliko opštih uputstava prilikom ispitivanja i opravki

1. Ispitati utikač mrežnog kabla i priključiti ga u zidnu šuko utičnicu (sa uzemljenjem) direktno ili preko razvodne kutije sa uzemljenjem.

2. Prvo proveriti da li na krajevima izvora napajanja postoje potrebni naponi propisanih veličina.

3. U cilju detekcije i dijagnoze kvara, pri uključenom izvoru napajanja u pojedinim tačkama (obično na izvodima-nožicama integrisanih kola, klemama konektora i dr.), merimo naponske nivoe pomoću voltmetra ili logičke sonde ili, pak, ako posedujemo osciloskop, posmatramo talasne oblike signala. Naponski nivoi mogu biti nizak nivo, visok nivo i impulsni signal (povorka impulsa) koji se ne može detektovati voltmetrom već samo logičkom sondom ili osciloskopom.

4. Pri isključenom izvoru napajanja, ispitivanje ispravnosti kućnog računara vršimo ommetrom (na opsegu Ω x1) — merimo otpornost između dve tačke (tj. dva voda) na štampanoj ploči (na izvađenom integrisanom kolu se ne meri otpornost). Time obično ispitujemo da li je duž nekog štampanog voda došlo do prekida ili je (što je mnogo češće) došlo između susednih vodova do kratkog spoja. Kratak spoj može da izazove neispravan čip, kondenzator ili dioda ali i „mrvica" tinola koja je posle lemljenja pala na štampanu ploču i zalepila se.

5. Prilikom zamene bilo kog električnog ili elektronskog dela kućnog računara treba isključiti izvor napajanja iz mrežnog napona.

6. Upotrebljavati uzemljenu niskonaponsku lemilicu (vezanu preko svog mrežnog transformatora na zidnu utičnicu).

7. Ne dozvoliti da neka tečnost dođe u dodir sa računarom.

8. Mrežni kabl treba izvući iz utičnice prilikom:
— čišćenja delova računara,
— grmljavine i
— po završetku rada sa računarom.

9. Priključivanje monitorskog (bez UHF modulatora) izlaza kućnog računara na video ulaz televizijskog prijemnika bez mrežnog transformatora može da bude opasno i po život.

1.6.2. Postupak pri radu sa tranzistorima

Prilikom zamene tranzistora i poluprovodničkih dioda treba obratiti pažnju na sledeće:

1. Elektrode tranzistora treba tačno odrediti i spojiti prema električnoj šemi.

2. Savijanje (u cilju razdvajanja) elektroda ne treba vršiti baš uz kućište tranzistora već nekoliko milimetara dalje uz pomoć klešta. Zatim je potrebno na elektrode navući bužire (izolovane cevčice) raznih boja.

3. S obzirom da su tranzistori osetljivi na visoke temperature i napone, lemljenje elektroda treba vršiti što brže tako što elektrode treba držati kleštima ili pincetom radi odvođenja toplote.

4. Ukoliko ne posedujemo niskonaponsku lemilicu, treba paziti da se tranzistor ne ošteti visokim naponom jer izolacija između grejača i šiljka za lemljenje nije savršena. Oštećenje tranzistora se može sprečiti samo ako se dobro zagrejana lemilica isključi pa tek onda njome lemi, ili ako se lemilica priključi na mrežni napon preko razvodnog transformatora (sa odnosom napona 1 : 1).

Sve što je navedeno u tačkama 1—4 važi za bipolarne (tzv. obične) tranzistore. (MOSFET tranzistori se ne nalaze u kućnim računarima).

Opširnije o radu sa tranzistorima čitalac može naći u knjizi [5].

1.6.3. Postupak pri radu sa integrisanim kolima

Pri radu sa digitalnim integrisanim kolima treba voditi računa o kojoj se tehnologiji izrade radi, danas su najviše u upotrebi TTL tehnologija (za kola srednje gustine integracije) i razne vrste MOS tehnologije (za kola visoke gustine integracije).

Ukoliko treba da zamenimo neko integrisano kolo u računaru i posedujemo potpuno isto rezervno kolo, tada nam je potreban samo crtež štampane ploče sa rasporedom komponenata radi lakšeg nalaženja kola koje menjamo. Međutim, često se dešava da nemamo originalnu komponentu već njenu zamenu pa je potrebno imati tzv. šemu priključaka integrisanih kola. Ukoliko se u integrisanom kolu nalazi više jednakih sklopova (koji se u električnoj šemi često nalaze na različitim mestima — na primer više logičkih kola), tada u šemi priključaka treba da bude ucrtana i blok šema kao na sl. 1.7.

Integrisana kola obično imaju 8, 14, 16, 18, 24, 28 ili 40 izvoda — „nožica" i toliko lemnih mesta (direktno ili preko podnožja). Svako lemno mesto predstavlja potencijalni izvor smetnje — kvara, naročito tzv. „hladni" lem koji nema električni kontakt. Nekiput je dovoljno da se sumnjivi spojevi — lemna mesta zagreju lemilicom pa da se kvar otkloni. U kućnim računarima LSI (MOS tehnologije) integrisana kola obično imaju svoja podnožja pa njihova zamena ne predstavlja problem. Od alata je potrebno imati samo plastična klešta za vađenje integrisanih kola, ali se i bez njih čip pažljivo može izvaditi pomoću odvrtke.

Zamena zalemljenih integrisanih kola — obično su to MSI kola (najčešće u TTL — tehnologiji) — predstavlja problem jer je razlemljivanje čipova težak posao. Za to treba obavezno imati niskonaponsku lemilicu (po mogućstvu sa dodatkom za istovremeno zagrevanje više nožica) i vakuum-pumpu za čišćenje rupica od tinola. Ukoliko želimo da čip sačuvamo (jer je možda ispravan) najbolje je prvo zagrejati sve rupice sa nožicama (pinovima) jedne strane čipa pa pokušati delimično izvlačenje cele te strane čipa iz štampane ploče. Zatim to isto uraditi i sa drugom stranom čipa. Pri tom treba paziti da se ne otkine neki pin ili ne „odlepimo" neku štampanu vezu od ploče. Zbog toga, ako smo prethodnim ispitivanjem utvrdili da je čip neispravan, treba njegove nožice preseći sečicama a zatim očistiti rupice pojedinačno pomoću lemilice (zagrevanjem) i vakuum-pumpe (produvavanjem).

Integrisana kola u TTL-tehnologiji imaju u svojoj oznaci prve dve cifre 74 a ostali brojevi specificiraju tip kola (na primer 7474 je standarno integrisano kolo sa dva D flip-flopa). Ako se posle cifara 74 u oznaci nalaze i slova, onda se radi o kolima sa nekom specifičnom osobinom. Te osobine su sledeće:

74Lxx — kola male potrošnje (na primer 74L00)

74Hxx — kola velike brzine

74Sxx — Šotki kola (vrlo brza)

74LSxx — Šotki kola male potrošnje

74ASxx — advanced (usavršenija) Šotki kola

74Fxx — kola vrlo male potrošnje

74HCxx — brza kola sa CMOS kompatibilnim ulazima

74HCTxx — brza kola sa CMOS kompatibilnim ulazima i izlazima

Postoje i integrisana kola koja u svojoj oznaci imaju sve što je gore navedeno, samo umesto 74 imaju 54. To su kola za vojne potrebe, ona pravilno rade u širokom temperaturskom opsegu od —55°C do +125°C. Integrisano kolo 54xxx uvek, po potrebi, može da zameni odgovarajuće kolo 74xxx.

U slučaju merenja naponskih nivoa, svi ulazni naponi u TTL-kola koji su veći od 2 V predstavljaju logičku vrednost 1 (visok nivo) a manji od 0,8 V predstavljaju logičku vrednost 0 (nizak nivo). Ulazni nivoi između 0,8 V i 2 V su nedefinisani nivoi. Izlazni naponi iz TTL kola veći od 2,4 V odgovaraju visokom (1), a manji od 0,8 V niskom naponskom nivou (0).

Napon napajanja TTL kola treba da bude stabilisan (dozvoljena varijacija je manja od 5%) i filtriran (dozvoljena talasnost je manja od 5%).

Kratak spoj izlaza iz nekog TTL kola sa pozitivnim krajem napona napajanja izaziva oštećenja čipa. Neiskorišćene ulaze I i NI kola ne treba ostaviti da „vise" slobodno već ih preko otpornika od 1 kilooma (koji može biti i zajednički za više ulaza) treba priključiti na napon +5 V. I kod flip-flopa neiskorišćene ulaze PR (preset) i CRL (reset) treba na isti način vezati. Neiskorišćeni ulazi ILI i NILI kola se vezuju na masu ili na iskorišćene ulaze s tim da se ne pređe dozvoljeno opterećenje prethodnog stepena.

Integrisana kola koja su izrađena u CMOS ili nekoj drugoj MOS — tehnologiji su vrlo osetljiva na statički elektricitet jer imaju vrlo veliku ulaznu otpornost. Naime, usled dodira ulaznih krajeva MOS kola, lako se stvara visok elektrostatički potencijal koji ukoliko je veći od 100V, može da „probije" ulaz u kolo i tako ga trajno ošteti. Ovako izazvan napon je viši ukoliko je okolni vazduh suvlji, neki put se na ruci stvori potencijal viši od 300 V. Stoga se MOS integrisana kola čuvaju u sunđerastim folijama od provodnog materijala koji međusobno spaja nožice (pinove) čipa.

Pri radu sa MOS integrisanim kolima treba koristiti uzemljenu lemilicu. U nedostatku takve, treba hladni kraj metalne šipke obaviti nekoliko puta golom žicom čiji drugi kraj treba uzemljiti (spojiti sa uzem-

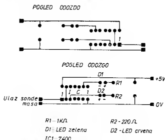
ljenjem utičnice u zidu) Preporučuje se takođe da se oko držača lemilice (na mestu koji držimo rukom) obmota nekoliko namotaja gole žice čiji drugi kraj preko otpornika od 1 MΩ treba spojiti sa uzemljenjem.

Napon napajanja MOS integrisanih kola ne mora da, kao kod TTL kola bude stabilisan na 5 V, tj u strogo propisanim granicama Međutim, vec i malo (0,5 V) inverzni (tj suprotnog polariteta) napon napajanja može da ošteti integrisano kolo

Svi ulazni naponi manji od 30% napona napajanja (V_{dd}) predstavljaju logičku vrednost 0 a ulazni naponi veći od 70% napona napajanja predstavljaju logičku vrednost 1. Ostale međuvrednosti ulaznih napona su nedefinisani naponski nivoi.

1.6.4 Logička sonda

Logička sonda je jedan od najjednostavnijih mernih instrumenata u digitalnoj tehnici Digitalna integrisana kola u većini slučajeva koriste napajanje od 5 volti, a na njihovim ulazima i izlazima postoje naponi koji su u opsegu od 0 do 5 V. Na osnovu veličine napona koju ispitivano integrisano kolo ima na svom izlazu, može se dosta pouzdano proveriti ispravnost samog integrisanog kola a na sličan način i celog kućnog računara ili perifernog uređaja. Na sl. 1.19 dat je izgled štampane ploče za samogradnju jevtine logičke sonde.



Sl. 1.19 — Štampana ploča logičke sonde

Upotreba sonde je isto tako jednostavna. Potrebno je dovesti napajanje od 5 volti (potrošnja je oko 20 mA), masu sonde spojiti sa masom uređaja i ulaz sonde staviti na tačku koju ispitujemo. Zelena LED dioda pokazuje da je ispitivana tačka na visokom logičkom nivou dok

paljenje crvene LED diode pokazuje da je na toj tački nizak logički nivo. Prilikom merenja treba imati u vidu da je moguće da ispitivana tačka stalno menja logičke nivoe tako da će obe LED diode biti upaljene sve vreme. Ovaj, prividni nedostatak, može biti veoma korisna osobina, jer će iskusniji korisnici, na osnovu odnosa intenziteta svetlosti crvene i zelene LED diode, moći da donesu zaključak o tome koliko se procentualno, ili vremenski data merna tačka nalazi na pojedinom logičkom nivou. Na osnovu brzine treperenja LED-dioda, može se reći i nešto o frekvenciji merene tačke.

Pošto je za izradu ove logičke sonde korišćeno integrisano TTL kolo SN 7400, to i digitalna integrisana kola koja se njome ispituju treba da budu u TTL-tehnologiji. U slučaju ispitivanja digitalnog elektronskog uređaja koji koristi MOS ili CMOS kola, merenje neće biti ni moguće a ni preporučljivo jer TTL kolo zahteva veće struje napajanja od onih koje MOS ili CMOS kola mogu da daju na svojim izlazima. Jedno od rešenja je da se za izradu logičke sonde koristi integrisano kolo SN 74LSOO koje ima manju potrošnju i u nekim slučajevima je moguće ispitivati i MOS-integrisana kola. Za merenja u CMOS-tehnologiji za izradu logičke sonde najbolje je koristiti neko CMOS kolo, na primer CD 4011 ili neko slično samo razume se sa malim izmenama štampane veze i otpornosti.

U cilju sticanja praktičnog iskustva u radu sa elektronskim komponentama, preporučuje se proučavanje članaka o samogradnji računara, izradi stabilizatora napona i dr.

1.6.5. Merenje probojnog napona PN spoja

Kao što je već pomenuto, neki novi tipovi digitalnih multimetara imaju mogućnost merenja i probojnog napona PN spojeva na izvodima digitalnih integrisanih kola. Ovo omogućava da se pronađu greške u čipovima koji su prividno ispravni, ali su ipak uzrok stalno ili povremeno nepravilnog rada kućnog računara. Uz isključeni računar treba meriti probojne napone pojedinih izvoda na čipovima istog tipa (na primer, na čipovima dinamičke RAM-memorije). Ukoliko jedan izvod ima različit probojni napon u odnosu na ostale izvode iste funkcije, postoji sumnja da je taj čip pretrpeo prekoračenje neke maksimalne dozvoljene vrednosti zbog čega se odgovarajući bit ne prenosi pravilno i potrebnom brzinom.

2. KUĆNI RAČUNAR ZX SPECTRUM

2.1. UVOD

2.1.1. Glavni delovi i karakteristike

Kućni računar ZX spectrum 16k ili 48k se sastoji od centralne jedinice i tastature koji su smešteni u zajedničkoj kutiji dimenzija 233 × 144 × 30 mm i posebnog izvora napajanja — ispravljača koji pretvara naizmenični napon od 220 V (iz gradske mreže) u nestabilisan jednosmerni napon od 9 V. U minimalnu konfiguraciju (neophodne delove mikroračunarskog sistema) spadaju još: televizijski prijemnik (sa UHF opsegom) koji vrši funkciju izlazne jedinice, i kasetofon koji služi kao jedinica spoljne memorije. Osim toga, preko posebnog odgovarajućeg interfejsa (koji se priključuje na 40-polni ivični konektor) na kućni računar se mogu priključiti štampač, palica za igru, jedinica spoljne memorije (tzv. mikrodrajv), svetlosno pero, tabla za crtanje na ekranu i modem za spregu sa telefonskom linijom. Takođe se može priključiti dodatna tastatura, kao i neki nestandardni periferni uređaji — prekidači, analogno-digitalni konvertori i dr.

Centralna jedinica kućnog računara ZX spectrum poseduje kao glavne delove 8-bitni mikroprocesor Z80A, ROM-memoriju kapaciteta 16kB, RAM-memoriju kapaciteta 16kB ili 48kB, specijalni izvršni ulazno-

Sl. 2.1 — Blok-šema kućnog računara ZX spectrum

-izlazni kontroler ULA, oscilator taktnog signala učestanosti 3,5 MHz, interne sabirnice. Blok-šema centralne jedinice je prikazana na sl. 2.1.

Osim toga, na štampanoj ploči (sl. 2.11) kućnog računara se nalaze još nekoliko TTL-integrisanih kola, pasivni elementi, mali zvučnik, UHF modulator sa priključkom za TV-prijemnik, priključci za kasetofon (EAR i MIC), dva konektora za priključivanje tastature (KB1 i KB2) i konektor (tzv. ivični konektor) koji služi za priključivanje dodatnih periferních uređaja. Treba odmah napomenuti da postoji više verzija kućnog računara ZX spectrum-a koji se hardverski međusobno malo razlikuju izuzev prve verzije koja je imala RAM od 16 kB, a na štampanoj ploči nije imala prostor za ugradnju dodatnih 32 kB RAM-memorije.

Kućni računar ZX spectrum ima u ROM-memoriji interpreter programskog jezika BASIC (bejzik) velikih mogućnosti. Tastatura je neprofesionalna sa 40 tastera za sve standardne znake (velika i mala slova međunarodne abecede, brojeve i specijalne znake), grafičke simbole komande i instrukcije bejzika koje se mogu unositi pritiskom na samo jedan taster.

Ekran se deli na dva dela — središni (PAPER) i okvirni (BORDER). Ukupan broj redova na ekranu je 24 — od toga su 22 u gornjem delu, dok se u donjem delu ekrana u 2 reda ispisuju tzv. editorske linije koje omogućavaju da korisnik vrši po potrebi neke izmene. Postoji grafika visoke rezolucije (256 × 192 piksela) i semigrafika koja koristi grafičke simbole-karaktere (16 sa tastature i 21 znak koje može sam korisnik da definiše). Postoji izbor od 8 boja. Za dobijanje zvučnih efekata postoji specijalan mali zvučnik montiran na štampanoj ploči računara.

O korišćenju kućnog računara ZX spectrum uz primenu programskog jezika BASIC čitalac može detaljno pročitati u knjigama [7, 8].

2.1.2. **Uključivanje u rad**

Uz pomenute delove kućnog računara ZX spectrum dobijaju se i dva kabla: 1. dupli koaksijalni kabl sa 3,5 mm-konektorom za kasetofon kojima treba spojiti priključke EAR i MIC na zadnjoj strani računara sa odgovarajućim priključcima običnog audiokasetofona, i 2. koaksijalni antenski kabl kojim treba spojiti TV priključak računara sa antenskim ulazom kolor (ili crno-belog) TV prijemnika čiji je UHF opseg podešen na 36. kanal (467,25 MHz). Kabl jednosmernog napona ispravljača treba priključiti na priključak 9 VDC računara, uključivanjem ispravljača u gradsku mrežu napona 220 V na dnu ekrana treba da se pojavi poruka-raport:

© 1982 Sinclair Research Ltd

Ukoliko se ova poruka ne pojavi, treba ispitati da li je sve pravilno povezano.

Može se priključiti bilo koji kasetofon sa standardnim priključcima za mikrofon (MIC) i spoljni zvučnik (EAR). Linija MIC—MIC služi za snimanje (upisivanje) programa iz računara na magnetnu kasetu a linija

EAR—EAF služi za unošenje (učitavanje-punjenje) programa sa magnetne kasete u internu memoriju računara. Neki put (zavisno od kasetofona) pri punjenju ili snimanju treba vađenjem priključka prekinuti nepotrebnu vezu da ne bi došlo do pozitivne povratne veze koja bi onemogućila pravilan rad. Kod većine kasetofona postoji automatska regulacija amplitude signala pri snimanju dok se optimalna jačina signala pri učitavanju-punjenju podešava ručno dugmetom za jačinu tona na kasetofonu. To je potrebno probati više puta, pa, kada se program pravilno unese u kućni računar, takvu jačinu tona treba nekako obeležiti. Nekad je za nemogućnost pravilnog snimanja/punjenja kriva magnetna kaseta. U tom slučaju se na ekranu javlja poruka o grešci (R Tape loading error). Stoga treba koristiti kvalitetne a ne jevtine magnetne kasete koje nekiput proklizavaju na pogonskoj osovini. Naročito ne treba upotrebljavati magnetne kasete u kojima je traka sa hromoksidom.

2.2. OPIS GLAVNIH DELOVA

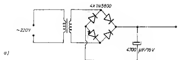
2.2.1. Izvor napajanja

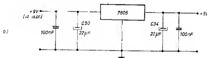
Izvor napajanja kućnog računara ZX spectrum sadrži tri dela:

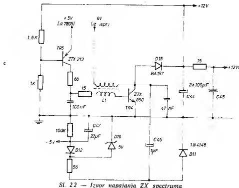
a) Ispravljač koji se nalazi u posebnoj kutiji i koji, prema šemi na sl. 2.2a, napaja kućni računar ZX spectrum nestabilisanim jednosmernim naponom od 9 V (neopterećen ispravljač treba da ima na svom izlazu oko 13 V), uz maksimalnu potrošnju struje od 1,4 A.

b) Stabilizator jednosmernog napona napajanja od +5 V čiji je glavni deo integrisani regulator tipa 7805 (sl. 2.3b). Dozvoljena potrošnja (struja od 1 A) ovog stabilizatora je taman dovoljna za napajanje kućnog računara, pa se za napajanje priključenih perifernih uređaja (preko ivičnog konektora) mora izvesti iz dodatnog spoljnjeg stabilizatora napona od +5 V. Njegova električna šema je ista kao i originalnog ugrađenog stabilizatora a na njegov ulaz treba dovesti nestabilisan napon +9 V iz originalnog ispravljača ZX spectruma — s tim da dodatna potrošnja ne prelazi 400 mA. Ovo je potrebno da bi ugrađeni i spoljni stabilizator prilikom uključivanja 220 V istovremeno na svojim izlazima generisali +5 V; u protivnom bi moglo doći do kvara računara. Treba istaći da ugrađeni regulator 7805 ima i veliki hladnjak za odvođenje toplote koja se stvara usled snage disipacije regulatora od oko 4 W. Kod starijih verzija ZX spectruma ovaj hladnjak je bio u unutrašnjosti kutije računara, zbog čega se zagrevao ceo računar. Kod novijih verzija hladnjak se nalazi na pogodnijem mestu, bliže otvoru (sl. 2.11), pa je odvođenje toplote bolje a zagrevanje manje.

c) Stabilizator jednosmernih napona +12 V, +12 V_f (filtriran) i —5 V, čija je šema prikazana na sl. 2.2c. To je, u stvari, konvertor jednosmernih napona sa tranzistorskim bloking-oscilatorom, čiji je rad opisan u literaturi [7]. Naponi +12 i —5 V služe za napajanje RAM-memorije od 16 kB, a naponi 12 V i 12 V_f za napajanje videostepena. Ovaj stabilizator se najčešće kvari usled kvara RAM-memorije što će kasnije (u odeljku 2.3) biti detaljno opisano.







Sl. 2.2 — *Izvor napajanja ZX spectruma*

2.2.2. Mikroprocesor Z80A

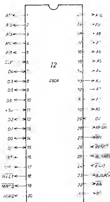
Osmobitni mikroprocesor Z80A je LSI integrisano kolo koje u kućnom računaru ZX spectrum vrši ulogu centralnog procesora. Radi sa taktnim

signalom učestanosti 3,5 MHz. Poseduje set od 158 instrukcija sa 10 načina adresiranja.

Mikroprocesor se priključuje na internu sabirnicu. Pojedini izvodi mikroprocesora mogu biti ulazni, izlazni ili ulazno/izlazni, a neki mogu imati 3 stanja (tzv. 3-state), što znači da signali u njima mogu imati vrednost 0 ili 1 ili izvod može biti u stanju visoke impedanse, čime se omogućava nekom drugom delu mikroračunarskog sistema da upravlja, tj. koristi odgovarajuće vodove za svoje aktivnosti.

Mikroprocesor Z80A (sl. 2.3) je LSI integrisano kolo sa 40 priključaka (ili pin-ova) na kojima su priključeni sledeći vodovi:

D0 — D7 su osam dvosmernih (sa 3 stanja) vodova sabirnice po dataka.



Sl. 2.3 — Integrisano kolo Z80A

A0 — A15 su 16 izlaznih (sa 3 stanja) vodova adresne sabirnice za adresiranje 65536 memorijskih lokacija s tim što vodovi A0 — A7 mogu da služe i za adresiranje 256 ulazno-izlaznih registara u U/I adapterima (I/0 port) ili specijalnim kolima.

CLK — taktni signal učestanosti 3,5 MHz iz ULA-e.

MREQ (memory request) je izlazni signal sa 3 stanja koji indicira da se na adresnoj sabirnici nalazi važeća memorijska adresa (za upis ili čitanje memorije).

IOREQ (I/0 request) je izlazni signal sa 3 stanja koji indicira da se na adresnim vodovima A0 — A7 nalazi važeća adresa U/I registra radi komunikacije mikroprocesora sa perifernim uređajem.

M1 (machine cycle 1) je izlazni signal koji je aktivan kada se iz memorije u mikroprocesor unosi kôd operacije instrukcije koja treba da se izvrši.

RD (read) je izlazni signal sa 3 stanja koji indicira da mikroprocesor želi da čita podatke iz memorije ili U/I uređaja. Adresirana memorijska lokacija ili registar U/I porta koriste ovaj signal da podatke postavi na sabirnicu podataka.

WR (write) je izlazni signal sa 3 stanja koji indicira da interna sabirnica podataka sadrži podatke za upis u adresiranu memorijsku lokaciju ili registar U/I porta.

RFSH (refresh) je izlazni signal koji zajedno sa MREQ pokazuje da 7 nižih bitova adresne sabirnice sadrže adrese za osvežavanje dinamičke memorije.

HALT izlazni signal koji pokazuje da mikroprocesor ne izvršava instrukcije za koje vreme čeka na zahtev za interaptom održavajući aktivnosti koje su potrebne za osvežavanje memorije.

WAIT je ulazni signal koji javlja mikroprocesoru da adresiran deo memorije ili U/I uređaj još još nisu spremni za prenos podataka.

INT ulazni signal koji generiše neki U/I uređaj koji ima zahtev za interaptom.

NMI ulazni signal kao prethodni s tim što se ne može „maskirati" programski ili već započetim interaptom. Znači da NMI signal ima viši prioritet od INT signala.

RESET ulazni signal koji služi za restartovanje računara bez isključivanja napona napajanja. P-brojač se napuni najnižom adresom (0000/0001) čime se omogućava izvršenje tzv. reset potprograma koji omogućava potrebnu inicijalizaciju dok su adresna i sabirnica podataka u trećem stanju (visoke impedanse). RESET signal ima najviši prioritet.

BUSREQ ulazni signal kojim U/I uređaj zahteva kontrolu nad sabirnicima.

BUSACK izlazni signal kojim po prijemu BUSREQ signala mikroprocesora javlja da je prepustio kontrolu sabirnica.

2.2.3 Unutrašnja memorija

Unutrašnja (ili interna) memorija kućnog računara ZX spectrum 48KB se sastoji iz tri dela: ROM-memorije kapaciteta 16 kB, RAM-memorije kapaciteta 16 kB i dodatne RAM-memorije od 32 kB.

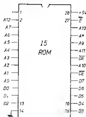
ROM-memorija služi za smeštaj operativnog sistema (OS-a) i interpretera programskog jezika bejzik. Njene memorijske lokacije se nalaze na adresama od 0 do 16383, njihov sadržaj se samo može čitati. ROM ZX spectruma (čip I5 na sl. 2.8) je proizvodnja firmi „Hitachi" ili „Nec". Na električnoj šemi levo od čipa I5 se nalaze 4 kratkospojnika, njih treba spojiti prema slici ako se u računaru nalazi ROM „Hitachi". Ukoliko se

pak nalazi ROM „Nec", kratkospajači se nalaze u položaju N-N. Integrisano kolo ROM-memorije ima ukupno 28 izvoda — 14 su za adresne vodove (A0-A13), 8 za vodove podataka (D0—D7), a ostali izvodi služe za priključivanje vodova upravljačko-kontrolnih signala i napona napajanja.

— $\overline{CE}$ (chip enable) za selektiranje ROM-a; izvod prima iz ULA-e signal $\overline{ROMCS}$ koji se vodi i na konektor za eventualno priključivanje nekog spoljnjeg ROM-a.

— $\overline{OE}$ (output enable) izvod prima signal $\overline{RD}$ iz mikroprocesora koji, kada je aktivan, omogućava da se traženi podaci iz ROM-a pojave na sabirnici podataka.

— $\overline{E}$ (enable) izvod prima signal $\overline{MREQ}$ iz mikroprocesora.



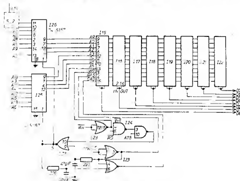
Sl. 2.4 — Integrisano kolo ROM-a za ZX spectrum

Umesto originalne ROM-memorije može se staviti EPROM tipa 27128 (takođe kapaciteta 16 kB), koji ima isti raspored izvoda. Čip 27128 treba pomoću PROM-programatora prethodno napuniti istim sadržajem koji ima originalni čip ROM-memorije. O tome opširnije piše u odeljku 2.3.4.

RAM-memorija kućnog računara ZX spectrum je dinamička (tzv. DRAM), što znači da svake dve milisekunde treba da se „osvežava" svojim trenutnim sadržajem jer bi, u protivnom, izgubila memorisane informacije. RAM kapaciteta 16 kB se sastoji od osam memorijskih LSI integrisanih kola (I6—I13, na sl. 2.8) tipa 4116—15 N ili 4116—20 N (sa vremenom odziva od 150 ili 200 nanosekundi). Svaki čip ima kapacitet od 16 k bita (128×128 memorijskih ćelija) i vezan je na jedan (svaki svoj) vod sabirnice podataka. Svaki čip ima po 7 adresnih izvoda koji su na adresnu sabirnicu vezani preko dva adresna multipleksera — integrisanih kola 13 i 14 tipa 74LS157. Oni, uz pomoć upravljačkih signala $\overline{RAS}$ i $\overline{CAS}$ iz ULA-e, prenose u dva dela adresne signale sa sabirnice u RAM čipove: kada je $\overline{RAS}$ aktivan, prenose se signali A0—A6, a kada je aktivan $\overline{CAS}$, prenose se signali A7—A13.

RAM-memorija od 16 kB zauzima adrese od 16384 do 32767. U jednom delu ove RAM-memorije su memorisani podaci koji se prikazuju na ekranu (to je tzv. video-memorija). Te podatke čita ULA koja, u odnosu na mikroprocesor, ima prednost u pristupu RAM-memoriji, što je potrebno zbog osvežavanja slike. ULA može čak, po potrebi, i da zaustavi rad mikroprocesora kada prestane da mu šalje taktni signal. Osim ULA-e, dinamičku RAM-memoriju osvežava i mikroprocesor signalom $\overline{RFSH}$ u periodu (5 msec) generisanja impulsa za vertikalnu sinhronizaciju.

Kućni računar ZX spectrum sa RAM-memorijom od 48 kB ima, pored opisane RAM-memorije od 16 kB, i dodatnu, ugrađenu (osim prve verzije ZX spectruma, u kojoj nije bilo prostora za ugradnju) RAM-memoriju kapaciteta 32 kB. Ona se sastoji od 8 memorijskih integrisanih kola tipa TI4532 ili OKIMSM3732 (I15-I22 na sl. 2.5.) kapaciteta 32 kbita. Njene memorijske lokacije se nalaze na adresama od 32768 do 65535. Osim memorijskih čipova — tzv. memorijske banke od 32 kB, sadrži i dva adresna multipleksera (integrisana kola I25 i I26) tipa 74LS157 i dva čipa (I23 i I24) sa logičkim kolima koja primaju iz mikroprocesora signale $\overline{WR}$ i $\overline{MREQ}$, a generišu selekcione signale $\overline{RAS}$, $\overline{CAS}$ i S (select), kada je S=1 prenose se signali A0—A7, a kada je S=0 signali A8—A15. Kompletna električna šema memorijske banke od 32 kB je prikazana na sl. 2.5. Ona važi za sve verzije ZX spectruma, osim 6. verzije — kod koje su sva TTL-kola (4 adresna multipleksera i 2 čipa logičkih kola) zamenjena zajedničkim integrisanim kolom ZX8401.



Sl. 2.5 — RAM-memorija 32 kB

Postupak povećanja kapaciteta RAM-memorije od 16 kB na 48 kB, kao i postupak zamene memorijskih čipova usled kvara, opisan je u odeljku 2.4.3.

Memorijska mapa kućnog računara ZX spectrum sa 48 kB (ili 16 kB) RAM je data u tabeli 2.3.

Tabela 2.3

Opseg adresa	Napomena
0 — 16383	ROM
16384 — 22527	video-memorija
22528 — 23295	prostor za atribute karaktera (boja, sjajnost, treptanje)
23296 — 23551	bafer memorija za štampač (32 karaktera)
23552 — 23733	sistemske promenljive
23734 —	informacije za rad sa mikrodrajvom
	informacije o U/I kanalima
	korisnikov bejzik program
	promenljive bejzik programa (početna adresa je obično 23755)
	editorske linije
	privremeni radni prostor
	stek za računske operacije
	mašinski stek (koristi ga mikroprocesor)
— 65367 (32599 za 16kB RAM)	stek za povratne adrese iz potprograma
65368 — 65535 (32600 — 32767 za 16kB RAM)	redefinisana grafika (karakteri koje korisnik definiše)

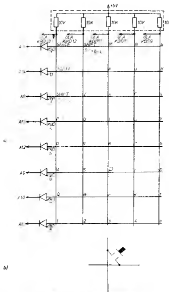
RAM za video-memoriju (display file) je kapaciteta 6 kB (6144 bajta) pošto se svaki znak prikazuje pomoću 8 × 8 piksela (tačaka), a postoji 24 reda sa po 32 pozicije (32 8 = 256 i 24 8 = 192 a 256 192 = 6144 piksela).

2.2.4 Tastatura

Tastatura ZX spectrum-a poseduje 40 tastera koji su međusobno povezani provodnicima. Postoji osam provodnika od kojih svaki povezuje po pet tastera u istom redu i pet provodnika koji povezuju po osam tastera u istoj koloni (sl. 2.6a). Svaki taster ima dva izvoda koji se međusobno spoje samo dok je pritisnut taster, jedan izvod svakog tastera je vezan za jedan provodnik reda, a drugi za jedan provodnik kolone (sl. 2.6b).

Osam redova provodnika (KBD1—KBD8) su preko diode i konektora KB2 spojeni sa adresnim vodovima A8 do A15. Pet kolona provodnika su preko konektora KB1 vezani na izvode KBD9 do KBD12 ULA čipa, ali su preko otpornika od po 10 kΩ, vezani i na izvor napona od +5 V.

Mikroprocesor svakih 20 milisekundi (msec) prekida izvršavanje radnog programa i prvi red provodnika postavlja na nizak logički nivo dok je na ostalim redovima provodnika visok logički nivo. Zatim se preko KBD9—KBD8 izvoda ULA-e ispituju nivoi pojedinih kolona koji su vi-



Sl. 2.6 — Šema veze tastature

soki ako nije pritisnut nijedan od tastera koji se nalaze u prvom redu. U protivnom, nivo kolone koji je u spoju sa pritisnutim tasterom je nizak. Zatim se isti postupak ponavlja za drugi, treći i ostale redove ciklički. Računar na osnovu niskih nivoa u određenom redu i određenoj koloni pronalazi (na njihovom „preseku" prema slici 2.6a) pritisnut taster.

Svaki taster na tastaturi ima više funkcija, što zavisi od načina rada u kome se računar nalazi. Na primer, taster sa slovom H može da unosi

slovo H i h, ali takođe i da unosi u bejziku instrukcije GOSUB i CIRCLE i operacije ↑ i SQR. Način rada računara zavisi od vrste kursora koju korisnik bira nakon uključivanja računara i pritiska na taster ENTER. Postoji pet načina rada, pa stoga i pet mogućih kursora:

K — kursor se sam javlja kada računar očekuje neku instrukciju (na početku programskog reda ili posle „:"), tada pritisak na taster unosi belu reč na njemu.

L — kursor se javlja automatski po unošenju instrukcije i omogućava unos malih slova i brojeva.

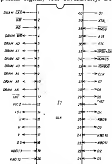
C — kursor se javlja (ili isključuje) po pritisku na taster CAPS SHIFT; omogućava unos velikih slova i brojeva.

E — kursor se javlja trenutnim pritiskom na tastere CAPS SHIFT i SYMBOL SHIFT i služi za unošenje zelenih reči iznad tastera ili crvenih reči i znakova kada se zadrži pritisnut SYMBOL SHIFT.

G — kursor se javlja (ili isključuje) po pritisku na tastere CAPS SHIFT i 9, služi za unošenje grafičkih simbola koje korisnik sam definiše (tasteri A do U) i grafičkih simbola na tasterima 1 do 8. Opširnije o korišćenju tastature čitalac može naći u literaturi [7, 8].

2.2.5. ULA

ULA (Uncomitted logic area) je specijalno konstruisano višefunkcionalno LSI integrisano kolo koje služi za upravljanje razmenom informacija sa tastaturom, TV-prijemnikom, kasetofonom i zvučnikom, zatim generiše taktni impulsni signal, vrši osvežavanje DRAM-memorije i dr.



Sl. 27 — Integrisano kolo ULA

+5V
ZTK 313
NA KONEKTOR
TASTATURA
KB1
KB2
KBD
CLK
IORQ
470
ZA CASS
XTAL
K1
I1
ULA
A14
A15
A6
A5
A4
A3
RAS
A2
A1
A0
330
100
I3
74LS157
I4
ROMCS
NA KONEKTOR
CAS
DRA MWR
I6
I7
I8
I9
I10
I11
I12
I13
8 X 4116 RAM
+12V
-5V
0V
4X47n
IN
OUT
D0
D1
D7



Sl. 2.8 — Šema veza glavnih delova za ZX spectrum

Na 40 izvoda (pinova) čipa ULA-e (sl. 2.7) se priključuju vodovi sledećih signala:

— D0—D7 su signali sabirnice podataka,

— A14, A15 su adresni signali na osnovu čijih vrednosti se određuje sa kojim delom unutrašnje memorije ULA komunicira.

XTAL vod omogućava priključivanje kristala kvarca K1 za stabilizaciju učestanosti od 14 MHz unutrašnjeg (u ULA-u) oscilatora. Učestanost generisanog signala se deli sa 2 i 4, čime se dobija signal za generisanje slike (7 MHz) i taktni signal (3,5 MHz).

— CLK (clock) je taktni signal koji se vodi u mikroprocesor.

— $\overline{WR}$, $\overline{RD}$ i MREQ su signali iz mikroprocesora (v. odeljak 2.2.2).

— KBD9 do KBD13 su pet signala iz provodnika-kolona tastature.

— $\overline{ROMCS}$ je izlazni signal koji ULA šalje u ROM memoriju kada nju mikroprocesor čita (tada je A14=A15). Na ivičnom konektoru (sl. 2.12) postoji odgovarajuća klema na koju se može priključiti +5V čime se inhibira korišćenje ROM-a računara i omogućava priključivanje nekog spoljnjeg EPROM-a u istom adresnom prostoru (0—16383).

— $\overline{INT}$ je izlazni signal koji se vodi u mikroprocesoru u cilju izazivanja internog interapta (svakih 20 msec) radi prijema signala iz tastature.

— $\overline{RAS}$ (row address strobe) je izlazni signal koji se šalje u RAM od 16 kB radi prenosa adresnih signala A0—A6. Ovaj izvod je preko otpornika od 330 Ω vezan za RFSH izvod mikroprocesora koji takođe može da osvežava RAM-memoriju (v. odeljak 2.2.3).

— $\overline{IORQGE}$ je ulazni signal IORQ iz mikroprocesora; na ivičnom konektoru postoji odgovarajuća klema (sl. 2.12) na koju se može priključiti +5 V, čime se sprečava da mikroprocesor komunicira sa periferním jedinicama preko ULA-e.

DRAM $\overline{CAS}$ (column address strobe) je izlazni signal koji omogućava da se adresni signali A7—A13 prenesu u RAM od 16 kB.

— U je izlazni signal razlike jačine plave i žute boje.

— V je izlazni signal razlike jačine crvene i žute boje.

— Y je izlazni luminentni i sinhronizacioni signal.

— CASS je ulazno-izlazni signal kasetofona i zvučnika.

— DRAM $\overline{WR}$ je izlazni signal koji se po prijemu signala WR vodi u RAM od 16 kB.

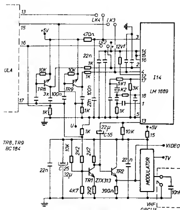
DRAM A0—DRAM A6 su izlazni signali kojima se prilikom osvežavanja RAM-memorije od 16 kB adresiraju njene lokacije.

Kompletna šema veza ULA čipa sa drugim komponentama je prikazana na sl. 2.8.

2.2.6. Video-stepen

ULA čita sadržaj video-memorije 50 puta u sekundi, na osnovu čega generiše signale U, V i Y (v. prethodni odeljak), pomoću kojih se formira

slika na ekranu. Videostepen (sl. 2.9) se u električnom smislu nalazi između ULA-e i UHF modulatora i sastoji se od integrisanog kola LM 1889 (I14), četiri tranzistora (TR1, TR2, TR8 i TR9), velikog broja pasivnih elemenata i kristala kvarca K2 koji proizvodi signal učestanosti 4,433619 MHz; ovaj signal se moduliše signalima U i V pa se tako modulisan signal meša sa signalom Y. Na taj način se dobija kompozitni video-signal koji može da se preko UHF-modulatora vodi na antenski ulaz TV-prijemnika ili da se direktno vodi u video-monitor. Na sl. 2.9 prikazana je električna šema videostepena treće i novijih verzija ZX spectrum-a. Kod 1. i 2. verzije pak, umesto tranzistora TR8 i TR9, postoje promenljivi kondenzatori TC1 i TC2, njegovom promenom se može uticati na pojavu boje ukoliko ona nedostaje na ekranu. Takođe postoje i potenciometri VR1 i VR2 čijom promenom se može menjati pojačanje U, odnosno V signala čime se menja relativni sadržaj komponentnih boja slike. Signal VIDEO se vodi na ivični konektor na koji se priključuje video-monitor ili video ulaz TV prijemnika.



Sl. 2.9 — Video stepen

2.2.7. Kolo za kasetofon i „zvučnik"

Na sl. 2.10 je prikazana šema električnog kola preko koga se na ULA-u (pin 28) vezuje standardni audiokasetofon. O povezivanju kasetofona sa ZX spectrum-om, njegovom korišćenju i odnosnim mogućim problemima već je bilo reči u odeljku 2.1.2. Ovde treba još dodati da amplituda signala na MIC izlazu treba da iznosi oko 1,3 V.

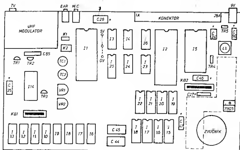
Paralelno sa kolom za kasetofon, vezan je i tranzistorski pojačavač zvučnog signala sa „zvučnikom" — to je, u stvari, elektroakustični pretvarač, zujalica.

Sl. 2.10 — Kolo za kasetofon i zvučnik

2.2.8. Raspored delova na štampanoj ploči

Kućni računar ZX spectrum poseduje u svojoj kutiji jednu štampanu ploču na kojoj su, osim tastature (u istoj kutiji) i ispravljača (u posebnoj kutiji), montirane komponente svih do sada opisanih delova računara: integrisana kola, tranzistori, konektori, UHF modulator, „zvučnik" i sve pasivne komponente. Na sl. 2.11 prikazan je raspored svih komponenata (izuzev manjih pasivnih) i delova koji se nalaze na štampanoj ploči. Na slici je prikazana druga verzija ZX spectruma. U odnosu na nju, treća, četvrta i peta verzija se razlikuju utoliko što u video stepenu ne postoje promenljivi kondenzatori (TC1 i TC2) i promenljivi otpornici (VR1 i VR2), već se otprilike na njihovim mestima na štampanoj ploči nalaze tranzistori TR8 i TR9 koji (uz kvalitetniji kristal kvarca K2) eliminišu potrebu za podešavanjem boja na ekranu. Druga razlika se odnosi na regulator 7805 i njegov hladnjak. Naime, pošto je zbog velike disipacije snage regulatora njegov hladnjak kod prve dve verzije zagrevao ostale komponente na štampanoj ploči, u trećoj i novijim verzijama se regulator 7805 sa svojim hladnjakom nalazi bliže zadnjem otvoru za ivični konektor: hladnjak je montiran tako da su mu

duže ivice paralelne sa zadnjom ivicom kutije računara. Spisak elektronskih komponenata koje su prikazane na slici štampane ploče je dat u tabeli 2.1.



Sl. 2.11 — Raspored delova na štampanoj ploči ZX spectruma

Tabela 2.1

Oznaka	Komponente na štampanoj ploči ZX spectrum
I1	ULA
I2	Z80A
I3, I4, I25, I26	adresni multiplekser 74LS157
I5	16 kB ROM
I6 — I13	16 kbita 4116 DRAM
I14	video kolo LM 1889
I15 — I22	32 kbita 4532 DRAM
I23	NILI kola 74LS32
I24	NI kola 74LS00
TR1 — TR3, TR6	tranzistor ZTX313
TR4	tranzistor ZTX651
TR5	tranzistor ZTX213
7805	regulator napona 5 V, 1 A
K1	kristal 14 MHz
K2	kristal 4,433619 MHz
VR1, VR2	promenljivi otpornici 2,2 kΩ
TC1, TC2	promenljivi kondenzatori
L1	impulsni transformator, N1=39 z, N2=13 z
C25, C28, C34	elektrolitski kondenzator 22 μF, 16 V
C27	elektrolitski kondenzator 1 μF, 63 V
C44, C45	elektrolitski kondenzator 100 μF, 16 V
C46	elektrolitski kondenzator 1 μF, 50 V
C47, C50, C65	elektrolitski kondenzator 22 μF, 16 V

2.2.9. Ivični konektor

Kao što se na sl. 2.12 može videti, na zadnjoj desnoj strani štampane ploče je montiran ivični konektor ('edge connector'). On služi za priključivanje dodatnih perifernih uređaja, preko odgovarajućeg interfejsa, na sabirnice ZX spectruma. Ivični konektor (sl. 2.12) poseduje 56 klema (po 28 sa obe strane), na koji su priključeni 16 adresnih vodova, 8 vodova sabirnice podataka, vodovi upravljačko-kontrolnih i taktnih signala, vodovi informacionih signala slike i vodovi napajanja od +5 V, +9 V, +12 V i +12 V_f (filtriran). Funkcije svih upravljačko-kontrolnih signala koji su označeni na klemama konektora ($\overline{BUSACK}$, $\overline{ROMCS}$, $\overline{WR}$, $\overline{INT}$ i



Sl. 2.12 — Raspored klema na ivičnom konektoru

dr.) date su ranije u opisu izvoda integrisanih kola mikroprocesora i ULA-e, a funkcije informacionih signala slike (U, V, Y, i VIDEO) su objašnjene u odeljku o video-stepenu

2.2.10. ZX mikrodrajv i ZX štampač

Mikrodrajv je jedinica spoljne memorije specijalno konstruisane za kućni računar ZX spectrum, ona se priključuje na ivični konektor preko ivz interfejsa 1. Koristi minijaturnu magnetnu traku u kaseti ali sa tehničkim karakteristikama koje su bliže karakteristikama disketa — to su direktni pristup podacima i kapacitet od oko 100 kB, što su i glavne prednosti u odnosu na kasetofon sa audio-magnetnom kasetom. Da bi se postigao direktan pristup podacima, beskonačna traka se brzo premotava, zbog čega mikrodrajv nema pouzdan upis podataka. Mane ove jedinice su i nedostatak softvera za korišćenje, kao i relativno visoka cena, zbog čega ona nije našla širu primenu. Inače, mikrodrajv se retko pokvari — ponekad je samo potrebno alkoholom očistiti njegov konektor.

ZX štampač (ZX printer) je termički matrični štampač koji, prema uputstvu za rukovanje, treba priključiti na ivični konektor tako da se bela linija na konektoru štampača poklopi sa prorezom ivičnog konektora. U novom ZX-štampaču se nalazi specijalni termoosetljivi papir čiji se kraj izbacuje pritiskom na crno dugme sa desne strane štampača. Znaci na papiru se formiraju raznim kombinacijama tačkica u matričnom rasporedu, koji se stvaraju usled toga što pokretne iglice na potrebnim mestima uspostavljaju električni kontakt sa papirom i strujom „sprže" termoosetljivi sloj na tim mestima.

Pored potrebe za specijalnim papirom ZX štampač ima i druge mane (mala brzina i loš kvalitet štampanja, štampa se maksimalno 32 znaka u redu, 32 znaka sec. kratak vek štampača i dr.), zbog čega nema širu primenu. Preporučuje se preventivno održavanje (čišćenje i dr.) ZX-štampača posle svakog potrošenog paketa papira (5 rolni) ili češće ukoliko se pojavi neki zastoj (na primer papir se ne potiskuje) ili su štampani znaci lošeg kvaliteta, „razbacani" su i sl. Naime, zbog nagorevanja papira u štampaču prilikom upotrebe, ostaje dosta čestica čađi, pa je potrebno čistiti štampač. Opširno o čišćenju i podmazivanju grafitnim prahom ZX-štampača čitalac može da nađe u članku [10].

Od kvarova elektronskih komponenata najčešće se desi da „pregori" izlazni tranzistor (pojačavač snage) ZTX651, koji napaja iglice za štampanje. Nekiput je uzrok kvara štampača njegov neispravan čip ULA 1026E. Posle ispitivanja, neispravnu komponentu treba zameniti novom, ispravnom komponentom.

Korisnik treba da ima na umu da je vek trajanja ZX-štampača vrlo kratak naročito ako se ne vrši njegovo preventivno održavanje. Priključivanje kvalitetnijeg štampača na kućni računar ZX spectrum opisano je u odeljku 2.4.4.

2.2.11. Ulazno-izlazni adapter Z80A PIO

O adapteru Z80A PIO je već bilo reči u odeljku 1.5.6. To je standardizovan u jednom integrisanom kolu ulazno-izlazni programirajući in-

terfejs za paralelni prenos informacija između mikroračunara na bazi mikroprocesora Z80A i sporih perifernih uređaja; oni mogu biti bilo standardne periferne jedinice mikroračunarskog sistema (na primer, serijski štampač) ili neki nestandardni ulazno-izlazni uređaji. Ovo je moguće zbog toga što se adapter može programirati — na početku radnog programa (u mašinskom jeziku ili u bejziku) se inicijalizira sa nekoliko instrukcija. Adapter Z80A PIO sadrži logiku za upravljanje i dva registra podataka (DA i DB) sa svoja dva odgovarajuća kontrolna registra (CA i CB). Na taj način adapter sadrži dva ulazno-izlazna porta-priključka (I/0 port-a) na koji se mogu priključiti dva spora periferna uređaja.

Na izvode čipa Z80A PIO (sl. 2.13) se priključuju vodovi sledećih signala:

IEI (interrupt enable in) ulazni signal koji kada je visokog nivoa dozvoljava da PIO traži interapt;

$\overline{\text{INT}}$ (interrupt request) — izlazni signal kojim PIO zahteva interapt;

IEO (interrupt enable out) — izlazni signal kojim PIO signalizira perifernim uređajima nižeg prioriteta da mogu da traže interapt;

D0—D7 — ulazno-izlazni signal sabirnice podataka;

GND — masa;

$\overline{\text{RD}}$ (read) — ulazni signal kojim mikroprocesor javlja da želi da čita podatak iz jednog od dva registra podataka adaptera PIO;

$\overline{\text{IORQ}}$ i $\overline{\text{M1}}$ — ulazni signali koji dolaze iz mikroprocesora (v. odeljak 2.2.2.);

$\overline{\text{CE}}$ (chip enable) — ulazni signal koji kada je niskog nivoa omogućena je razmena podataka adapter-mikroprocesor sa registrom koji se adresira ulaznim signalima B/A i C/D — (0,0 za DA, 0,1 za CA, 1-0 za DB i 1:1 za CB);

CLK — ulazni taktni signal;

PAO do PA7 — ulazni ili izlazni signali za razmenu podataka porta A sa perifernim uređajima A;

PB0 do PB7 — ulazni ili izlazni signali za razmenu podataka porta B sa perifernim uređajem B;

ASTB i BSTB (strobe) — ulazni kontrolni signal iz perifernog uređaja A odnosno B.

ARDY i BRDY (ready) — izlazni kontrolni signal porta A odnosno porta B.

Ova 4 kontrolna signala omogućavaju portu i perifernom uređaju da međusobno sinhronizuju razmenu informacija korišćenjem interapta, tj. da jedan drugom jave spremnost predaje-prijema jednog, odnosno prijema-predaje drugog. Na primer, kada ulazni uređaj A ima podatak za slanje, on pošalje signal ASTB; adapter PIO, ukoliko može (IEI=1) traži interapt ($\overline{\text{INT}}$=0) i šalje ulaznom uređaju signal ARDY. Tek tada ulazni uređaj A šalje portu A podatak preko linija PAO do PA7. Ovakva razmena informacija se naziva način prenosa „rukovanjem" (handshaking mode).

Postoje četiri načina rada svakog porta adaptera, oni se biraju kada se u kontrolni registar odgovarajućeg porta upiše kontrolni bajt sa vrednostima bitova bn (n je težina bita):

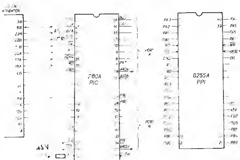
b0 = b1 = b2 = b3 = 1, b4 i b5 proizvoljno, a

b6 i b7 imaju vrednosti u zavisnosti od potrebnog načina rada

0. b6=b7=0 izlazni način rada
1. b6=1, b7=0 ulazni način rada
2. b6=0, b7=1 dvosmerni (samo za port A) način rada u kom slučaju port B može da radi samo u kontrolnom načinu rada ili da bude neiskorišćen
3. b6=b7=1 kontrolni način rada kada neke linije-vodovi mogu biti ulazni a neki izlazni. To se određuje kada se posle prvog kontrolnog bajta u kontrolni registar porta upiše i drugi kontrolni bajt koji treba da ima vrednosti bita bn=1 ako je odgovarajući vod n ulazni a bn=0 ako je vod n izlazni.

Na sl. 2.13 je prikazano integrisano kolo Z80A PIO sa načinom priključivanja na ivični konektor kućnog računara ZX Spectrum. Na istoj slici je prikazan i čip programirajućeg periferijskog interfejsa 8255 (firme „Intel") koji se u nedostatku kola Z80A PIO može upotrebiti kao njegova zamena za priključivanje sporih perifernih uređaja (Opširnije o kolu PPI 8255 čitalac može naći u Uputstvu za korišćenje mikroračunara 80xx „Intel").

Preko adaptera PIO se mogu priključiti razni spori periferni uređaji — motor, rele, sijalice, svetlosno emitujuće diode, analogno-digitalni pretvarač, digitalno-analogni pretvarač, prekidači, cifarski (heksadekadni) prikazivač i dr. Može se priključiti i serijski štampač sa paralelnim „centronix" interfejsom, o čemu se čitalac može informisati u literaturi [7] i [11]; u ovom drugom primeru se ne koristi prenos informacija pomoću interapta već se predlaže da se port A koristi za prenos podataka a dva voda porta B (PB0 i PB1) za prenos kontrolnih sig-



Sl. 2.13 — Adapteri Z80A PIO i 8255A PPI

nala štampaca (STROBE i BUSY), čime se na originalan način ostvaruje programirajući način prenosa „rukovanjem" bez interapta koji u većini programa nije moguć.

Adapter PIO se može koristiti za izgradnju serijskog interfejsa RS232C za ZX spectrum? O tome je opširno napisano u knjizi [7].

Preko programirajućeg adaptera, uz izgradnju potrebnog interfejsa, moguće je priključiti i jedinicu disketa 1541 (kućnog računara 'commodore' 64), što je detaljno opisano u članu [12]. Pri tome se kao programirajući adapter koristi čip PPI 8255. Jedino ograničenje u praktičnoj realizaciji je da ZX spectrum ima ugrađeno ROM-integrisano kolo firme HITACHI (a ne NEC).

2.3. ODRŽAVANJE KUĆNOG RAČUNARA ZX SPECTRUM

2.3.1. Uvodne napomene

Još ranije je istaknuto (odeljak 1.4.7) da održavanje (servisiranje) svakog elektronskog računara obuhvata 1) preventivno održavanje, 2) detekciju i dijagnozu kvara i 3) opravku kvara. Dok je kod većih računara tačka 1 obavezni sastavni deo održavanja (servisiranja) svakog računarskog sistema, kod kućnih računara je ova tačka gotovo nepotrebna, osim kod nekih perifernih jedinica (na primer za ZX štampač, što je opisano u odeljku 2.2.10). Međutim, kućne računare najviše koriste neprofesionalni korisnici (za razliku od računara mikroračunara i personalnih računara koje, uglavnom, koriste profesionalni korisnici), a, osim toga, pošto se najčešće nalaze u privatnom vlasništvu, sa kućnim računarima često nestručna lica vrše i razne hardverske zahvate i prepravke. Zbog ovih razloga kućni računari, iako se manje koriste od većih računara, često se kvare, što zavisi od njihove konstrukcije i rukovanja sa njima. ZX spectrum je računar koji u svojoj klasi poseduje relativno visoke softverske mogućnosti, ali ima dosta (to naročito važi za starije verzije) hardverskih mana — da bi se postigla što niža cena računara, neki delovi su loše konstruktivno rešeni (na primer, tastatura, uključivanje napona napajanja, resetovanje računara, hlađenje regulatora jednosmernog napona +5 V i dr.).

Čitaocu se preporučuje da pre prelaska na sledeći odeljak obavezno pročita poglavlje 1.6, u kome su data uputstva-saveti u vezi mera predostrožnosti koje treba preduzeti prilikom ispitivanja i opravki bilo kog kućnog računara.

Na kraju ovog odeljka treba istaći da postoje i test-uređaji sa odgovarajućim test-programima koji serviserima pomažu u dijagnozi kvara [13].

2.3.2. Najčešći uzroci kvarova kod ZX spectrum-a 48K

Prema datumu proizvodnje, odnosno prema karakterističnoj seriji, ZX spectrumi su pokazivali neke karakteristične, uslovno rečeno, fabričke greške. Kod prve serije, koja je proizvedena 1982. godine, najveći problem je bila ULA koja je zbog svoje specifične hibridne strukture

bila veoma podložna kvarovima usled prekomernog zagrevanja. Iz ovog perioda i počinje donekle pogrešno verovanje da se ZX spectrum preterano zagreva i da je to najveći uzrok kvarova. Da bi ovo zagrevanje sveli u neke normalne okvire, mnogi vlasnici ZX spectruma su počeli da prave različne ispravljače koji su bili tako konstruisani da im je izlazni napon oko 7 V, što je dovoljno da ZX spectrum proradi jer je to minimalni ulazni napon za normalan radni režim regulatora napona 7805, koji je ugrađen u ZX spectrum. S obzirom da ZX spectrum koristi i nestabilisani napon iz ispravljača za formiranje stabilisanih napona od 12 V i —5 V, time je dovedeno u pitanje i dobijanje ova dva napona koja su neophodna za napajanje memorijskih čipova 4116 (16K × 1 bit dinamičke RAM memorije). Karakteristično za ove čipove je da je prilikom uspostavljanja napajanja važno da se prvo pojavi napajanje od —5 V pa tek onda od +12 V i +5 V, isto tako važno je da napon od —5 V bude poslednji napon koji se isključuje. Ovi radni uslovi za dinamičku memoriju 4116 kod ZX spectruma nisu u potpunosti ispunjeni i zbog toga je jedan od svakako najčešćih kvarova pregorevanje neke od RAM-memorija 4116. Naročito je ovaj kvar čest kod druge i treće serije spectrum-a. Počev od četvrte serije pa na dalje kvarovi su dosta raznoliki.

Treba se ponovo vratiti na radnu temperaturu ZX spectruma koja je, kako izgleda, veoma kritična. Treba istaći da su sve elektronske komponente atestirane za rad do 70°C (ako bismo dodirnuli neku komponentu zagrejanu do te temperature na koži bi nam ostao plik). Stoga ne treba preterivati prilikom konstatacije da se spectrum pregreva jer temperatura ni jedne komponente ne prelazi 50°C. Najtoplija je ULA koja je predviđena da se greje i počev od treće serije spectruma ULA zaista vrlo retko pregoreva sama od sebe. Naravno, postoji naprezanje materijala prilikom čestog zagrevanja i hlađenja (usled uključivanja i isključivanja) i može doći do mikromehaničkih kvarova unutar samih čipova. Posle svega navedenog, treba da bude jasno da je povišena temperatura jedan od mogućih uzroka kvarova, ali ni približno u toj meri koliko se to misli. Na kraju, što se temperature tiče, naglasimo da je ne treba veštački povišavati na taj način što će se ZX spectrum držati na tepihu ili zatvoren u nekoj kutiji gde nema cirkulacije vazduha. ZX spectrum se hladi protokom vazduha kroz niz rupica na donjoj strani kutije i kroz otvor ivičnog konektora. Za hlađenje spectruma dobro bi bilo držati ga na postolju tako da se omogući nesmetan protok vazduha, što je sasvim dovoljno da se spectrum ne pregreje.

S pojavom raznih interfejsa, i broj kvarova je postajao sve veći. Kvarovi su postajali sve raznovrsniji i teži za popravku. Prvi dodatak koji su vlasnici ZX spectruma ugrađivali u svoje računare je reset taster. U mnogim revijama koje se bave kompjuterima objavljivane su šeme spajanja reset tastera, i oni vlasnici kućnih računara koji nikada pre toga nisu radili sa lemilicom pokušali su da se „oprobaju" u ovoj oblasti rada. ZX spectrumi su počeli da se kvare, i to je bio početak naknadno izazvanih kvarova. Na primer, spectrum radi dobro sa jednom igrom a sa drugom ne radi, ili što je još gore, radi satima dobro a onda iz „čista mira" operativni sistem „krahira". Popravka ovakvih kvarova zahteva dosta vremena i teško je definisati neispravan element. Obično se ovde radi o neispravnosti neke od RAM-memorija u gornjih 32K. Ovakav kvar

se može grubo lokalizovati unošenjem instrukcije DIM a (8000), pa ako se na ekranu pojavi poruka „OUT OF MEMORY", to je znak da je operativni sistem računara prilikom testiranja gornjih 32K memorije pronašao neku neispravnu memorijsku lokaciju i da se u tom delu nalazi kvar. Mnogo je teže definisati kvar ako gornji test prođe a ipak dolazi do krahiranja sistema. To onda ukazuje na mogućnost da je u pitanju neki memorijski čip koji je iz nekog razloga promenio karakterističnu brzinu rada pa zbog toga samo ponekad neki bajt biva pogrešno upisan ili očitan. Za servisera je, pored lokalizacije kvara, veoma bitno da lokalizuje i uzrok kvara, što je ponekad teže od same popravke, naročito kada vlasnici računara sami vrše neke nestručne hardverske zahvate na računaru. Jedan od češćih kvarova koje sami vlasnici ZX spectruma učine je nepravilna ugradnja već pomenutog reset-tastera i to spajajući ga za pogrešno mesto ili, što je veoma opasno, koristeći lemilicu koja nije predviđena za rad sa finim štampanim vezama ZX spectruma, a dosta često nije ni pravilno uzemljena. Kvarovi proistekli ovakvim intervencijama na računaru su dosta često veoma teški za popravku i, što je najgore, veoma su nelogični tako da im je teško odrediti početni uzrok jer niste ništa uradili ako neispravni elemenat otkrijete i zamenite a on ponovo pregori.

Ipak, do najtežih i najkompleksnijih kvarova dolazi kada se vrši priključivanje raznih interfejsa na spectrumov izlazni port, tj. ivični konektor. Verovatno da Sinkler (Sinclair) nije imao u vidu da će se veliki broj raznih profesionalnih i amaterskih interfejsa priključivati na ZX spectrum, pa je napravio jednu veliku hardversku grešku. Naime, na ivičnom konektoru izvodi-kleme za napone 9 V i +5 V se nalaze jedan pored drugog i ukoliko prilikom priključivanja interfejsa na ZX spectrum malo nakrivimo konektor, može doći do kratkog spoja između ove dve kleme, što može, ako je napajanje priključeno, da ima katastrofalne posledice na većinu čipova u računaru. Baš iz ovog razloga neophodno je voditi računa da napajanje bude obavezno isključeno za vreme priključivanja ili skidanja interfejsa sa računara. Osim toga, često se događa da se u žaru neke igre povuče ručica palice za igru koja trgne i iščupa ili pomeri konektor na izlaznom portu ZX spectruma i to je još jedna prilika da se pokvari računar. Pored nepravilnog rukovanja, uzrok kvara može biti i neispravnost samog interfejsa. Zato treba obratiti pažnju na proizvođača i tip interfejsa, a naročito dobro treba prokontrolisati interfejse koji su rađeni u amaterskim uslovima i dosta često ne zadovoljavaju ni minimum potrebnih uslova za pravilan i bezbedan rad. Pored same funkcionalne ispravnosti, interfejs mora da bude mehanički pravilno urađen i zaštićen, odnosno ugrađen u odgovarajuću kutiju jer, ukoliko je štampana pločica potpuno otvorena, što je čest slučaj kod amaterskih gradnji, veoma lako može doći do kratkog spoja među komponentama interfejsa tako da, osim oštećenja samog interfejsa, može doći i do oštećenja računara. Kada govorimo o oštećenjima koja može prouzrokovati vlasnik, treba pomenuti i oštećenja MOS-čipova statičkim elektricitetom. Do ovog oštećenja može doći ako se krećemo po sintetičkom tepihu a onda dodirnemo rukom neki od izvoda na izlaznom portu ZX spectruma. Ovo, naravno, ne treba shvatiti bukvalno, ali izvesna opasnost za oštećenje ipak postoji. Na kraju, treba naglasiti da mogućnost softverskog izazivanja oštećenja apsolutno ne postoji.

2.3.3. Detekcije i dijagnoza kvarova

Kao što je navedeno u odeljku 1.6.1, pod detekcijom greške se podrazumeva posledica zbog koje računar ne radi korektno. Greška može biti hardverskog i softverskog porekla. Ukoliko se utvrdi da je greška hardverskog porekla, tada se, u stvari, radi o kvaru. Dijagnoza kvara treba da utvrdi uzrok zbog koga je došlo do detektovanog kvara. U ovom odeljku će biti reči samo o najčešćim kvarovima koji se javljaju kod kućnog računara ZX spectrum. Ali, pre nego što konstatujemo da je računar pokvaren, treba se uveriti da nije u pitanju neka softverska greška (tzv. bag). Takođe treba ispitati da li su sve veze računara sa perifernim jedinicama u redu. Treba i prokontrolisati (voltmetrom) da li na ulaznim krajevima ispravljača (kada računar nije priključen) postoji jednosmerni napon veličine oko 13 V.

a) **Na ekranu nema slike.** Prvo prokontrolisati da li je izabran pravilan kanal na televizoru (36. kanal) i da li je kanal podešen, zatim proveriti koaksijalni kabl od računara do antenskog ulaza televizora jer se događa da je on u prekidu. Ako je ovaj kabl oštećen, na televizoru možemo dobiti sliku sa puno snega kao da nije kanal pravilno podešen. Sledeće što treba proveriti je da li postoji napajanje računara. Ako je napon na izlazu ispravljača korektan, treba otvoriti ZX spectrum i proveriti stabilisane napone na memorijskim čipovima ili +5 V na krajevima kondenzatora C34, —5 V na krajevima kondenzatora C47, +12 V na krajevima kondenzatora C44 i +12 V₁ (filtriran) na krajevima kondenzatora C45.

Ukoliko su naponi napajanja korektni, treba posumnjati u ispravnost ULA-čipa koji se može ispitati tako što ga treba izvaditi iz podnožja i isprobati u nekom ispravnom spectrumu bez bojazni da bi taj ispravni mogao biti oštećen.

b) **»Zaglavljena« slika.** Ovo je sigurno najčešća manifestacija neispravnosti spectruma. Po uključivanju računara za trenutak sve izgleda normalno i, što je za spectrum karakteristično, na ekranu se pojavi crni kvadrat a onda on ostaje i dalje i uopšte ne dolazi do raporta

© 1982 Sinclair Research Ltd.

Ponekad se na ekranu pojave haotično raspoređeni raznobojni kvadratići koji su ili statični ili trepću. Sve ovo je manifestacija kvara koji nam nagoveštava da je došlo do tzv. krahiranja operativnog sistema računara. U ovom slučaju možemo biti skoro sigurni da je ULA čip ispravan, ali zato sve ostalo može biti uzrok ovakvog ponašanja računara. Ovde je bez otvaranja računara nemoguće lokalizovati kvar a dosta često je potrebno i vaditi određene čipove za štampane ploče i probati ih na ispravnom računaru. Prvo treba proveriti da li postoje svi neophodni naponi napajanja i njih je najlakše izmeriti na nekom od memorijskih čipova 4116. Često se događa da nedostaju naponi od 12 V i —5 V i to najčešće zato što je neki od memorijskih čipova 4116 neispravan i vuče veliku struju pa zbog toga dođe do pregrevanja tranzistora TR4. Kod lokalizacije kvara neispravnog memorijskog čipa treba biti veoma paž-

ljiv i za početak potrebno je da umesto neispravnog tranzistora ZTX650 stavimo radi popravke neki tranzistor (na primer BD 235 i pri tom vodimo računa o rasporedu nožica) a zatim na kratko priključimo napajanje. Posle vrlo kratkog vremena (desetak sekundi) neispravna memorija 4116 počeće da se greje i to će biti znak da je treba zameniti novom. Naravno, nekada je dovoljno promeniti samo tranzistor ZTX650 i ZX spectrum proradi, ali najčešće je pokvaren i neki memorijski čip 4116. Ako na ovaj način nismo uspeli da ga pronađemo, treba početi sa zamenom čipova da bi lokalizovali neispravan. Temperatura je jedan od pokazatelja da li je određeni čip ispravan ili ne. U normalnom režimu rada ULA je najtoplija a posle nje dolazi mikroprocesor koji je nešto manje zagrejan. Memorijski čipovi moraju svi biti potpuno hladni i ako je neki od njih zagrejan, to je skoro siguran znak da je neispravan. ROM je uglavnom hladan a vrlo retko može biti jedva mlak. Čip za stabilizaciju napona 7805 uvek je jako zagrejan i ako na svom izlazu daje napon od 5 V, sigurno je i ispravan. Ako temperaturski test ne otkrije neispravan čip, popravku treba nastaviti tako što će se pristupiti vađenju i ispitivanju čipova u nekom ispravnom ZX spectrum-u sa podnožjima koji kod profesionalnih servisera služi samo za popravke neispravnih računara. Prvo treba izvaditi i proveriti memorijske čipove 4116, zatim ROM i, na kraju, mikroprocesor i memorijske čipove 4532. Veoma retko dolazi do kvara na TTL-čipovima 74LS157, 74LS32 i 74LS00 tako da njih treba zaista na samom kraju proveriti.

Testiranje gornjeg dela RAM-memorije se može vršiti (kako je već u prošlom odeljku napisano) pomoću instrukcije DIMa (8000). Osim toga, testiranje svih memorijskih lokacija gornjeg dela RAM-a se može vršiti (ako je to moguće) upisivanjem i čitanjem nekog sadržaja, na primer koristeći sledeći program:

```
 5 CLEAR 30000        (snižava RAMTOP)
10 LET A=0
20 FOR F=32768 TO 65535
30 POKE F, A
40 PRINT PEEK F
50 LET A=A+1
60 IF A=256 THEN LET A=0
70 NEXT F
   RUN
```

Kod ispravnog ZX spectruma 48KB posle ovog testa na ekranu treba da se prikažu brojevi od 0 do 255.

c) **Računar ne može da komunicira sa kasetofonom.** Čest kvar je i nemogućnost ispravne komunikacije sa kasetofonom. Naravno, prvo treba proveriti da li kasetofon radi sa nekim drugim ZX spectrumom (utvrditi da kasetofon nije uzrok kvara) i, ako je on u redu, to je skoro uvek znak da je neispravan ULA čip. Međutim, vrlo važno je pronaći uzrok oštećenja ULA-e jer je njena cena veoma visoka, a ako ne pronađemo uzrok, može se desiti da i nova ULA ponovo bude oštećena. Čest uzrok ovog oštećenja je neispravan kasetofon, i to neispravna izolacija od napajanja iz gradske mreže 220 V. Uzrok neispravnosti ULA-e može biti

i u preveliknm signalu dovedenom na ulaz za kasetofon jer neki vlasnici ZX spectruma koriste pojačavače i njihove izlazne signale da bi imali „bolji signal" i tako dovedu računar do oštećenja.

d) **Spectrum ne prima sve programe.** Ovaj kvar se može definisati kao: spectrum od 48K ponaša se kao spectrum 16K. Nije teško naslutiti da se radi o kvaru nekog od RAM-čipova iz gornjih 32K; to je neki od čipova TMS4532 ili OKI M3732 (u zavisnosti od serije računara). O tome je već u ovom odeljku napisano a takođe piše i u odeljku 2.4.3.

e) **Problemi u vezi sa ivičnim konektorom.** Na ivični konektor se mogu priključiti razni interfejsi, tzv. interfejs 1, interfejs 2 i dr. Kvar računara mogu da izazovu kontakti ivičnog konektora koji, pošto nisu pozlaćeni, mogu da oksidiraju. Zbog toga je potrebno očistiti ih.

Sami interfejsi obično nisu podložni kvarovima. Međutim, treba istaći da je zabranjeno priključivati ih za vreme dok je računar priključen na napon napajanja. Ako se ovo pravilo prekrši, najčešće strada ROM jer je on najosetljiviji na prenapone.

2.3.4. Zamena neispravnih komponenata

Obično se misli da je najveći problem kod popravke računara pronaći kvar. Međutim, isto tako je veoma važno na pravilan način izvršiti zamenu neispravnog elementa. Ako je tokom dijagnosticiranja kvara uočena neispravnost nekog od pasivnih elemenata (otpornici, kondenzatori, navojnice itd), obično se zbog njihove niske tehnološke složenosti a i male cene oni odmah zamenjuju novim. Pritom, nisu potrebne neke posebne mere opreza tokom vađenja neispravnog elementa, postavljanja i lemljenja izvoda. Kod zamene pasivnih elemenata treba voditi računa da novi elemenat ima potpuno istu vrednost, kao i vrednost koju je imao neispravni elemenat pre nego što je bio oštećen. Zamena pasivnih elemenata nije toliko kritična i vrednosti zamenjenih elemenata mogu da imaju toleranciju i do 10%. Mnogo više pažnje treba obratiti prilikom zamene aktivnih komponenti kao što su tranzistori i integrisana kola niske i visoke složenosti. Prilikom zamene tranzistora i dioda treba voditi računa da se odlemljivanje i lemljenje nove komponente izvrši što brže, ali korektno. Za ovu operaciju dovoljno je vreme od desetak sekundi. Ukoliko bi lemljenje trajalo duže, postoji opasnost da se ošteti tranzistor ili dioda koju lemimo, a, što je još gore, može se sagoreti deo štampane veze na tom mestu. Svakako, najveću pažnju treba obratiti prilikom zamene neispravnih integrisanih kola. Za ove čipove koji se nalaze na podnožjima nema nikakvih problema da budu zamenjeni jer ih samo treba pažljivo izvući iz postolja i utaknuti na njihovo mesto novi. Kod ZX Spectruma na postolju se nalazi ULA a ponekad i memorije od 32K. Na žalost, memorijski čipovi 4116 koji se i najčešće kvare skoro nikad nisu na podnožjima. Kod skidanja zalemljenog čipa najbolje je koristiti lemilicu sa specijalnim vrhom koji je dimenzija integrisanog kola i zagreva i odlemljuje sve nožice odjednom. Pošto većina amatera nema lemilicu za ovu vrstu može poslužiti i obična lemilica od 25 do 40 W sa

sisaljkom za kalaj. Princip odlemljivanja čipa je sledeći. Prvo lemilicom istopimo kalaj u okolini nožice integrisanog kola koje odlemljujemo a zatim brzo prinosimo tom mestu sisaljku za kalaj koja, kada je aktiviramo, stvara vakuum i usisava istopljeni kalaj tako da nožica integrisanog kola ostaje slobodna i nezalemljena. Na ovaj način odlemimo sve nožice i polako izvadimo neispravan čip. Što se tiče postavljanja novog čipa, preporučljivo je prvo postaviti i zalemiti odgovarajuće podnožje a onda u njega utaknuti novi čip. Prilikom manipulisanja sa memorijskim čipovima sa ROM-om i mikroprocesorom treba imati na umu da se radi o MOS-tehnologiji tako da je pomenute čipove potrebno zaštiti od uticaja statičkog elektriciteta koji ih može oštetiti. Kao zaštita od statičkog elektriciteta predlaže se upotreba uzemljene lemilice, rad na stolu na metalnoj uzemljenoj površini (za ovu svrhu može poslužiti veći metalni poslužavnik) i nošenje flanelskog mantila a nikako sintetičke garderobe. Sva potrebna uzemljenja treba izvesti preko otpornika od 1M na uzemljenje u zgradi. Kada se izvrši zamena neispravnih elemenata, neophodno je dobro očistiti sve lemljene površine od nečistoća ostalih posle lemljenja a naročito od paste za lemljenje ako se koristi. Za čišćenje treba koristiti alkohol a samo u izuzetnim slučajevima nitro razređivač ili čisti apotekarski benzin.

Zamena ROM-a EPROM-om. Umesto originalne ROM-memorije, može se staviti EPROM 27128 (takođe kapaciteta 16K) koji je napunjen istim sadržajem kao i standardni spectrumov ROM ili, što je još zanimljivije, u njega se može upisati potpuno novi sadržaj sa izmenjenim operativnim sistemom. EPROM-i serije 27128 su kompatibilni sa ROM-ovima koji se koriste u ZX-spectrumu jedino ih razlikuje dvadeset sedma nožica koja je kod EPROM-a PGM (program) a kod ROM-a se na nju dovodi signal za ROM Enable. Ova dva signala se razlikuju utoliko što su inverzni jedan u odnosu na drugog, tako da je prilikom ugradnje EPROM-a na mesto ROM-a potrebno invertovati signal koji dolazi na dvadeset sedmu nožicu. Ovo je najjednostavnije izvesti tako što se preseče štampana veza linije koja dovodi signal na dvadeset sedmu nožicu i kao invertor iskoristi jedno slobodno NI kolo 74LS00 koje se spoji kao invertor. Slobodno NI kolo je u integrisanom kolu 74LS00 ono čiji su izvodi 11, 12 i 13. Izvodi 12 i 13 se vezuju paralelno i spajaju se na presečenu štampanu vezu koja je dotle dovodila signal na 27-mu nožicu EPROM-a a ona se sada spaja sa 11-tom nožicom kola 74LS00.

2.3.5. Ispitivanje i opravka tastature i izvora napona napajanja

Tastatura ispod tastera sadrži dve plastične folije — jedna od njih ima naparen metalni sloj u obliku 5 a druga u obliku 8 linija (folija sa 5 provodnika ulazi u konektor KB1 a folija sa 8 provodnika u konektor KB2). Osim toga, na obe folije se nalaze i 8 grupa sa po 5 krugova. Pritisak na neki taster izaziva spajanje dva kruga, čime se kratko spajaju red i kolona tog tastera (v. sl. 2.6). Ukoliko neka grupa tastera ne radi, treba ispitati ispravnost linija na foliji koje, neki put, mogu da puknu, a zatim treba žicom na konektorima KB1 i KB2 (sl. 2.11) kratko spajati kleme za ovu grupu od 5 tastera koja ne radi. Ako se ovim postupkom

ne postigne efekat pritiskanja tastera, treba ispitati ispravnost dioda D1—D8 (koje se na štampanoj ploči nalaze pored konektora KB2). Ako [illegible] jedan taster ne radi, tada folije nisu stavljene u konektore ili je ULA čip neispravan. Dešava se da se usled čestih izvlačenja i uvlačenja folije [illegible] na tom kraju izgrebe. U tom slučaju treba je, radi sigurnosti kontakta u konektoru, skratiti za nekoliko milimetara. Međutim, najbolje je originalnu tastaturu zameniti nekom (polu)profesionalnom tastaturom.

Kao što je već napisano, stabilizator napona —5 i +12 se često kvari. Ako je u kvaru tranzistor ZTX650 (koji se teško može kupiti), treba umesto njega staviti tranzistor BC 337 ili BC 338. Na sličan način tranzistor ZTX313 se može zameniti tranzistorom BC213. Pri tome treba voditi računa da je raspored izvoda (elektroda) kod tranzistora ZTX i BC različit. Ukoliko posle zamene ne dođe do oscilovanja, treba smanjiti vrednost otpornika od 1,8 kΩ (u razdelniku napona baze ZTX313) na 1 kΩ. U slučaju da posle zamene tranzistor ponovo pregori, tada na vodovima napona —5 V ili +12 V postoji kratak spoj (na primer usled kvara nekog memorijskog čipa i dr.) koji treba otkloniti. Ukoliko je transformator L1 pregoreo, potrebno je premotati ga žicom od 0,3 mm^2; namotaj u kolektorskom kolu ima 39 navoja a namotaj u kolu baze tranzistora ima 13 navoja. Pri tome, treba paziti da smerovi namotavanja budu međusobno suprotni.

Ukoliko nedostaje napon od +5 V, treba ispitati ispravnost regulatora napona 7805 i pripadajućih elektrolitskih kondenzatora (C50 i C34).

Ispravljač za ZX spectrum je veoma opterećen, naročito ako je priključen i neki interfejs ili mikrodrajv tako da mu je povećana temperatura, što dovodi do skraćivanja radnog veka ugrađenih komponenti, a naročito elektrolitskih kondenzatora. Neispravnost elektrolitskih kondenzatora manifestuje se na taj način što dolazi do suženja slike na ekranu i dosta često to „suženje" se kreće po vertikali, a ponekad dolazi i do resetovanja računara.

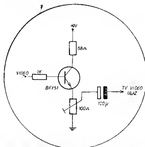
2.4. HARDVERSKI DODACI ZA ZX SPECTRUM

2.4.1. Priključivanje videomonitora

Kada se na TV izlaz ZX spectrum-a priključuje TV prijemnik, može doći do izobličenja originalnog video-signala jer on tom prilikom mora proći kroz UHF modulator (u računaru), birač kanala i demodulator i druga elektronska kola TV prijemnika. To se manifestuje kroz smanjenu oštrinu slike, pojavu mreže preko slike ili promene i zamrljanosti boja.

Ove negativne pojave mogu se izbeći ako se TV prijemnik spoji direktno na video izlaz iz računara. Naravno, ovo je moguće samo u slučaju da TV prijemnik ima video ulaz, što i nije retkost kod novijih tipova gde su ovi ulazi obično predviđeni za priključivanje videorikordera. Da bismo priključili ZX spectrum na video ulaz TV prijemnika, neophodno je da napravimo dodatno elektronsko kolo (šema je na sl. 2.14) čija je uloga da prilagodi izlaznu otpornost računara ulaznoj otpornosti TV-

-prijemnika, koja iznosi 75 oma. Video signal se uzima sa ivičnog konektora sa kleme koja je obeležena sa VIDEO (gledajući otpozadi, petnaesti kontakt zdesna ulevo sa donje strane — sl. 2.12).



Sl. 2.14 — Šema kola za spregu ZX spectruma sa video monitorom

2.4.2 Reset taster

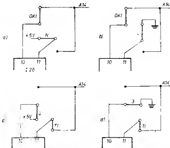
Jedan od nedostataka ZX spectrum-a je što ne postoji mogućnost resetovanja računara spolja pomoću nekog prekidača, već je potrebno prekinuti napajanje strujom. Ovaj način »reset«-a ima više nedostataka, počev od toga da posle izvesnog vremena dolazi do kvara u samom utikaču, pa do skraćivanja veka trajanja samog računara usled prenapona koji se javljaju za vreme prelaznog stanja izazvanog uključivanjem napona napajanja. Naročito su osetljive memorije 4116 (koriste se u prvih 16K RAM-a), koje se i najčešće kvare. Sve ove probleme otklanja jedan mali hardverski zahvat.

Prvo pažljivo otvorite računar i na konektoru (sl. 2.12) na zadnjoj strani spectruma pronađite priključak RESET (devetı kantakt sleva udesno sa donje strane, gledajući otpozadi) i priključak OV (dva donja kontakta s leve strane od proreza, gledajući otpozadi). Kada ste ih pronašli, na njih zalemite dve žice koje spojite s malim prekidačem, koji će vam koristiti za reset računara. Vodite računa da lemilica bude uzemljena, tako da izbegnete eventualne strujne udare koji bi mogli da uniste osetljiva kola u računaru.

Kao što je korisnicima poznato, resetovanje kućnog računara je potrebno prilikom prekida neke igre koja je napisana i memorisana u mašinskom jeziku.

2.4.3. Proširivanje RAM-memorije od 16 kB na 48 kB

Ukoliko posedujemo 2.8 ili neku noviju verziju ZX spectrum-a sa RAM-om od 16 kB a želimo da povećamo kapacitet RAM-a na 48 kB, treba da u prazna podnožja za integrisana kola ubacimo, prema sl. 2.15, potrebna integrisana kola: 8 memorijskih čipova (I15 do I22), NILI kola (I23) tipa 74LS32, NI kola (I24) tipa 74LS00, dva multipleksera (I25 i I26) tipa 74LS157 (koji ne smeju biti proizvodnje „National Semiconductor"). Prilikom umetanja memorijskih čipova treba voditi računa o kome se tipu kola radi: 4532-3, 4532-4, OKI MSM 3732 H ili L (OKI čipovi ne mogu da se koriste za 2. verziju); od toga zavisi koje tačke treba, prema šemi na sl. 2.8 kratkospojiti komadima žice. Treba još istaći i da svih 8 memorijskih čipova treba da budu istog tipa.

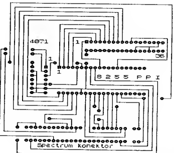


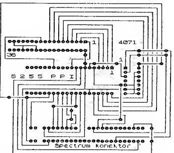
Sl. 2.15 — Potrebne veze pri korišćenju različitih tipova kola za RAM od 32 kB

Ovo uputstvo treba koristiti i u slučaju kvara nekog od čipova RAM-a od 32 kB. U svakom slučaju, kad sumnjamo u ispravnost gornjih 32 kB RAM-a, prvo treba otkačiti napajanje (+5 V ili mase) svih čipova RAM-a od 32 kB, pa privremeno koristiti ZX spectrum sa RAM-om od 16 kB.

2.4.4. ZX spectrum paralelni interfejs

ZX spectrum 8-bitni paralelni interfejs namenjen je povezivanju računara ZX spectrum sa štampačima koji imaju paralelni ulaz. Interfejs omogućava korišćenje svih programskih opcija koje poseduju štampači tipa EPSON RX 80, FX 80, SEIKOSHA, STAR itd. Posle spajanja odgovarajućih konektora računara i štampača, potrebno je memorisati





Sl. 2.16 — Štampana ploča paralelnog interfejsa

na kaseti kratak mašinski program koji podržava rad interfejsa. Program se locira na adresi 23296 na mestu koje spectrum i inače koristi kao bafer štampača.

Uz navedeni mašinski program, potrebno je napisati kratak Basic program koji služi kao punjač (loader) za mašinsku rutinu koja je smeštena od 23296 i ima dubinu 256 bajtova.

```
10 LOAD "PRINTER" CODE 23296,256: RANDOMIZE USR 23521
```

Izvršavanjem gornjeg programa interfejs je inicijalizovan i spreman da prihvati naredbe LLIST i LPRINT a za kopiranje sa ekrana LPRINT TAB O.

Za upisivanje mašinskog programa preporučuje se asembler GENS i pošto se program upiše i asemblira potrebno ga je snimiti sa SAVE "PRINTER" CODE 23296,256.

Sada nekoliko reči o samoj izradi interfejsa. Najpre je potrebno sakupiti potreban materijal: integrisana kola 8255 PPI i 4071 (ILI kola), konektor 2 × 28 pin 0,1 inča (za ZX spectrum), konektor Centronics Amphenol tip 36 pin (za štampač), 1 metar 32-žilnog kabla, štampana pločica.

Štampanu pločicu možete izraditi prema nacrtu koji je dat u razmeri 1 : 1. Kada sakupite kompletan materijal i započnete sa izradom ovog interfejsa, imajte u vidu da su čipovi koje koristite izrađeni u osetljivoj CMOS tehnici i da je potrebno voditi računa da lemilica i radna ploča budu uzemljeni. Za oba integrisana kola mogu se koristiti i podnožja koja nešto poskupljuju ceo interfejs ali je zato sama izrada jednostavnija jer se čipovi ne leme direktno na pločicu. Pored izgleda štampanih veza, dat je i raspored elemenata na pločici i treba obratiti pažnju na pravilno postavljanje čipova i na povezivanje kratkospojnicima čijim je korišćenjem izbegnuta dvostruka štampana ploča.

Program koji podržava rad paralelnog interfejsa:

```
10          ORG    23296
20 *D+
30 START    CP     6
40          JR     Z,L1
50          CP     22
60          JR     Z,L2
70          CP     23
80          JR     NZ,L0
90 L2       POP    HL
100         POP    HL
110         EXX
120         POP    HL
130         PUSH   AF
140         RRA
150         JR     NC,L3
160         LD     B,C
170 L3      LD     A,B
180         JR     L4
190 L1      PUSH   AF
200         LD     A,(DATA)
210         SRL    A
220 L4      LD     HL,DATA+1
230         SUB    (HL)
240         JR     C,L5
250         POP    HL
260         RET    Z
270         LD     B,A
280 L6      LD     A,32
290         CALL   LOOP
300         DJNZ   L6
310         RET
320 L5      CALL   8184
330         POP    AF
340         CP     6
350         RET    Z
360         JR     L6
```

```
370 L0      CP      165
380         JR      C,L7
390         SUB     165
400         JP      3088
410 L7      CP      128
420         JR      C,LOOP
430         LD      B,1
440         JR      L6
450 COPY    LD      BC,0
460 L18     PUSH    BC
470         CALL    BITIMG
480         POP     BC
490 L13     PUSH    BC
500         LD      D,8
510 L10     PUSH    BC
520         PUSH    DE
530         LD      A,B
540         CALL    8880
550         POP     DE
560         LD      B,A
570         INC     B
580         LD      A,(HL)
590 L9      RLCA
600         DJNZ    L9
610         RL      E
620         POP     BC
630         INC     B
640         DEC     D
650         JR      NZ,L10
660         LD      A,E
670         CALL    OUT
680         INC     C
690         LD      A,C
700         JR      Z,L12
710         POP     BC
720         LD      C,A
730         JR      L13
740 L12     POP     DE
750         LD      A,13
760         CALL    OUT
770         LD      A,176
780         CP      B
790         JR      NC,L18
800         LD      B,2
810         LD      HL,BIDATA+7
820         JR      L16
830 BITIMG  LD      B,7
840         LD      HL,BIDATA
850 L16     LD      A,(HL)
860         CALL    OUT
870         INC     HL
880         DJNZ    L16
890         RET
900 BIDATA  DEC     DE
910         LD      B,C
920         EX      AF,AF
930         DEC     DE
940         LD      C,E
950         NOP
960         LD      BC,12827
970 DATA    LD      D,B
980         NOP
990 LOOP    CP      13
1000        JR      NZ,L17
1010        PUSH    HL
1020        LD      HL,DATA+1
1030        LD      (HL),0
1040        POP     HL
1050 L17    CP      32
1060        JR      C,OUT
1070        PUSH    AF
1080        PUSH    HL
1090        LD      HL,DATA+1
1100        LD      A,(HL)
1110        DEC     HL
1120        CP      (HL)
1130        LD      A,13
1140        CALL    NC,LOOP
1150        INC     HL
1160        INC     (HL)
1170        POP     HL
1180        POP     AF
1190 OUT    PUSH    BC
1200        PUSH    HL
1210        PUSH    AF
1220        LD      BC,58047
1230 01     CALL    8020
1240        JP      NC,3328
1250        IN      A,(C)
1260        RRA
1270        JR      C,01
1280        POP     AF
1290        DEC     B
1300        DEC     B
1310        OUT     (C),A
1320        LD      B,227
1330        LD      A,14
1340        OUT     (C),A
```

```
1350        INC   A             1440    OUT   (C),A
1360        OUT   (C),A         1450    LD    HL,(23631)
1370        POP   HL            1460    LD    BC,15
1380        POP   BC            1470    ADD   HL,BC
1390        RET                 1480    LD    (HL),0
1400 INIC   LD    BC,58303      1490    INC   HL
1410        LD    A,129         1500    LD    (HL),91
1420        OUT   (C),A         1510    RET
1430        LD    A,15
```

2.4.5. Interfejs za palice za igru

Palice za igru se priključuju preko odgovarajućeg interfejsa [17], čiji konektor treba spojiti sa ivičnim konektorom ZX Spectruma. Interfejsa za palice za igru ima više vrsta; oni se mogu podeliti u tri grupe. To su: fiksni interfejsi, "plug" interfejsi i programabilni interfejsi. Opširnije o tome čitalac može naći u članku [14].

2.4.6. ZX modem

Kao što je opisano u odeljku 1.4.6, modem služi za priključivanje računara na telefonsku liniju u cilju daljinske obrade podataka. Modem se priključuje na ZX spectrum preko ivičnog konektora. Čitaoci koji imaju iskustva u izradi elektronskih uređaja mogu i sami napraviti modem za ZX spectrum ako prouče detaljan članak o samogradnji takvog modema [15]. Kao i za sve periferne uređaje, i ovde važi pravilo da se ZX modem može priključivati i isključivati na računar samo kada je ovome isključen napon napajanja.

3. KUĆNI RAČUNAR COMMODORE 64

3.1. UVOD U C-64. UKLJUČIVANJE U RAD

3.1.1. Osnovni pojmovi i karakteristike

Kućni računar COMMODORE — 64 je jedan od najpopularnijih kućnih računara. U odnosu na druge kućne računare u svojoj klasi, kućni računar C-64 se odlikuje kvalitetom svojih tehničkih delova (tehničkog podsistema) — hardvera. To znači da su ugrađeni elektronski i mehanički delovi (poluprofesionalne tastature, štampana ploča, integrisana kola i delovi perifernih uređaja) vrlo dobri i kvalitetni. Najveći nedostatak je spora razmena informacija (snimanje i punjenje-učitavanje) između unutrašnje i spoljne memorije (tj. kasetofona ili disketne jedinice).

Što se tiče softvera (tzv. programskog podsistema) — za kućni računar C-64 postoji veliki broj izrađenih programa koji stoje na raspolaganju korisniku. Glavna mana softvera u odnosu na kućne računare iste klase je interpretator BASIC (bejzik) skromnih mogućnosti, što otežava programiranje u BASIC-u i zahteva korišćenje (na primer, za zvučne efekte i grafiku visoke rezolucije) POKE instrukcije i korišćenje mašinskog jezika (object code-a). Međutim, ovaj nedostatak se može otkloniti korišćenjem poboljšanog Simon's BASIC-a (sa magnetne kasete ili iz dodatnog hardverskog modula — cartridge-a). Kućni računar C-64 se odlikuje grafikom visoke rezolucije i više boja i mogućnošću generisanja muzike i raznih zvučnih efekata.

Glavne tehničke karakteristike kućnog računara C-64 su:

— mikroprocesor: 6510 (u MOS tehnologiji),

— interne memorije: RAM — 64 kB (38 kB za korisnikove programe u BASIC-u; ROM — 20 kB,

— tastatura: Qwerty raspored, 63 ASCII znaka i komande, 62 grafička znaka i 4 funkcijska tastera,

— grafika: niske i visoke rezolucije (320 × 200 piksela) u 16 boja,

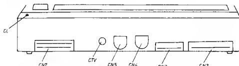
— sprajt grafika: 8 sprajtova sastavljenih od 21 × 24 tačke,

— generator zvuka: 3 kanala po 8 oktava, generator šuma,

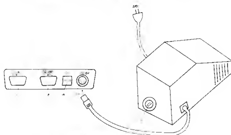
— ekran: 25 redova po 40 znaka za tekst i semigrafiku i 320 redova po 200 tačaka za grafiku visoke rezolucije.

3.1.2 Glavni delovi sistema

U osnovnu konfiguraciju mikroračunarskog sistema C-64 spadaju centralna jedinica i tastatura (nalaze se u zajedničkoj kutiji), TV-prijemnik ili video-monitor i specijalni kasetofon 1530/1531. Osim toga, uz centralnu jedinicu sa tastaturom kupac dobija i izvor napona napajanja INN (sl. 3.2). Direktno (tj. bez interfejsa koji su ugrađeni) se mogu uključiti i sledeće periferne jedinice: jedinica disketa VC 1541 (diskete 5,25 inča), koordinatni crtač — ploter 1520, serijski štampač MPS-801 (802 ili 803) i dve palice za igru (džojstika). Sve nabrojane periferne jedinice (osim palica) se priključuju na konektore koji se nalaze sa zadnje strane kućnog računara (sl. 3.1), a izvor napona napajanja i palice se priključuju preko konektora s desne bočne strane računara (sl. 3.2).



Sl. 3.1 — Izgled kućnog računara C-64 sa zadnje strane



Sl. 3.2 — Desni bočni izgled C-64 sa izvorom napona

3.1.3. Uključivanje u rad. Najčešći problemi

Da bismo na kućni računar priključili običan TV prijemnik preko njegovog antenskog UHF ulaza, potrebno je da postoji videomodulator koji generiše ultravisokofrekventni (UHF) noseći signal za 36. kanal. Ovaj signal se u videomodulatoru amplitudno moduliše izlaznim video-signalom iz kućnog računara i vodi se u UHF birač kanala TV prijemnika.

Kućni računar C-64 ima ugrađen UHF modulator tako da je samo potrebno antenskim kablom (koji se dobija uz računar) spojiti TV izlaz računara (konektor CTV) sa antenskim UHF ulazom TV prijemnika i, po uključenju TV prijemnika i kućnog računara, treba jedno od UHF područja podesiti na 36. kanal. Pri tome je moguće korišćenje kako kolor-televizora tako i crno-belog televizora. Jedino treba paziti da, ako se koriste, stari crno-beli TV prijemnici imaju simetrični antenski ulaz pa treba umetnuti stepen za prilagođenje impedansi Z — na izlazu iz modulatora je Z = 75 Ω, dok je na antenskom ulazu oko 300 Ω. Umesto TV-prijemnika mogu se koristiti video-monitor ili TV prijemnik sa VIDEO-ulazom i mrežnim transformatorom. U tom slučaju se izlazni signal iz kućnog računara uzima sa konektora AUDIO/ /VIDEO (detaljnije v. u odeljku 4.4.3).

Uključivanje kućnog računara C-64 se vrši prekidačem PR koji treba prebaciti u položaj ON. Odmah po uključivanju treba da se upali crvena kontrolna lampica (CL) na gornjoj desnoj strani kutije računara a malo kasnije na ekranu treba da se prikaže sledeći tekst:

```
**** COMMODORE 64 BASIC V2 ****
64K RAM SYSTEM 38911 BASIC BYTES FREE
READY
```

Trepćući kursor (pokazivač pozicije sledećeg znaka) pokazuje da je kućni računar C-64 spreman za rad. Boja ekrana je tamnoplava a okvir i znaci su svetloplavi.

Najčešći problemi prilikom prvog uključivanja računara mogu biti:

1. Crvena signalna lampica (CL) ne svetli. Treba ispitati da li postoji dobar kontakt u konektoru POWER a zatim da li su kućni računar i TV prijemnik dobro uključeni u utičnicu mrežnog napona 220 V. Ako je sve ovo u redu, treba pregledati osigurač OS u izvoru INN (sl. 3.2) i, po potrebi, zameniti ga osiguračem iste vrednosti (160 mA). Ukoliko ni to ne pomogne, pročitati odeljak 3.6 ove knjige.

2. Nema slike na ekranu. Ispitati ispravnost veze antenskog (ili video) kabla a zatim da li je TV prijemnik podešen na 36. kanal.

3. Boja nije dobra. Kontrolisati podešenost TV-prijemnika na 36. kanal a ukoliko to ne pomogne, izvršiti podešavanje prema uputstvu u odeljku 3.5.6.

4. Slika je dobra, ali je ton suviše slab ili ne postoji. Treba pojačati ton na TV-prijemniku ili video-monitoru; ako to ne pomogne, moguće je da je kućni računar britanske verzije. Potrebno je podesiti računar na PAL televizijski sistem pomoću postupka opisanog u odeljku 3.5.6, tačka f.

3.2. OPIS ŠTAMPANE PLOČE I TASTATURE BLOK-ŠEMA RAČUNARA

Kućni računar C 64 je tako konstruisan da se na štampanoj ploči (koja je visokog kvaliteta), pored integrisanog kola (čipa) mikroprocesora 6510, memorijskih čipova (RAM i ROM), dva programirajuća ulazno/izlazna adaptera (čip CIA — 6526), nalaze i specijalna integrisana kola za generisanje zvuka (čip SID — 6581) i generisanje grafike visoke rezolucije (čip VIC — 6569 ispod oklopa). Time je omogućena brža obrada podataka, iako mikroprocesor relativno sporo radi. Na štampanoj ploči dosta prostora zauzimaju i UHF videomodulator (za vezu sa TV prijemnikom) i kućište za dodatne module ('cartridge') specijalne namene u tzv. spoljnjem ROM-u.

Na sl. 3.3 se vide sledeći konektori priključci:

— konektor za priključivanje tastature računara pomoću unutrašnjeg ravnog kabla, CN1,

— konektor (24-polni) za programirajući korisnikov priključak ('user port') za priključivanje štampača (preko serijskog ili paralelnog interfejsa), jedinice disketa (preko serijskog ili paralelnog interfejsa) ili drugog računara (preko RS-232 interfejsa modema i telefonske linije), CN2,

— konektor (12-polni) za priključivanje kasetofona, CN3,

— konektor serijskog priključka za vezu sa štampačem, ploterom ili jedinicom disketa pomoću 6-žilnog DIN-kabla, CN4,

— konektor za audio/video izlaz koji omogućava vezu sa video-monitorom ili HI-FI uređajem preko 5-žilnog DIN-kabla, CN5,

— konektor za vezu sa antenskim ulazom standardnog TV-prijemnika pomoću koaksijalnog kabla (otpornosti 75 oma), CTV,

— konektor (44-polni) za priključivanje modula ('cartridge') specijalne namene, tj. spoljnjeg ROM-a (na primer za operativni sistem CP/m), CN6,

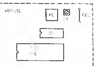
— konektor za priključivanje specijalnog (u posebnoj kutiji) izvora napajanja preko 4-žilnog DIN kola za napajanje, CN7,

— dva konektora za komandne priključke (9-polne) za priključivanje palica za igru, svetlosnog pera ili drugih uređaja, CN8 i CN9.

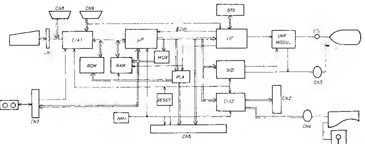
U tabeli 3.1 je dat spisak glavnih elektronskih komponenti koje se vide na štampanoj ploči.

Tabela 3.1

Oznaka	Komponenta na štampanoj ploči C-64
PR	prekidač napona napajanja
L4	prigušnica
L5	prigušnica 1,2 μH
OS	osigurač 1 A, 250 V
CR4	diodni most 2SVB
CR5, CR6	dioda 1N4001
VR1	regulator napona AN7812 (+12 V)
VR2	regulator napona AN7805 (+5 V)
CL	LED indikator (crveni) 1,66 V, 8,3 mA
R39	otpornik 390 oma
CR1	zener-dioda 1N4371
C19	elektrolitski kondenzator 2200 μF/16 V
C20, C21	kondenzator 0,22 μF/100 V
C57	elektrolitski kondenzator 10 μF/25 V
C88	elektrolitski kondenzator 1000 μF/50 V
C90	elektrolitski kondenzator 470 μF/50 V
C91	elektrolitski kondenzator 100 μF/16 V
I1	interfejs 6526 — CIA1
I2	interfejs 6526 — CIA2
I3	ROM-memorija 2364A (za „basic",
I4	ROM-memorija 2364A (za „kernal")
I5	ROM-memorija 2364A („karakter" ROM)
I6	RAM-memorija 2114—30L („color" RAM)
I7	mikroprocesor 6510A
I8	šest NE kola 7406
I9	RAM-memorija 4164—2
I10	RAM-memorija 4164—2
I11	RAM-memorija 4164—2
I12	RAM-memorija 4164—2
I13	multiplekser 74LS257
I14	multiplekser 74LS258
I15	selektor 74LS239
I16	4 elektronska prekidača 4066
I17	dekoderska logička mreža 825100 (PLA)
I18	generator zvuka 6581 (SID)
I19	video-kontroler 6569 (VIC-II)
I20	tajmer 556
I21—22	RAM-memorija 4146—2
I25	multiplekser 74LS257
I26	leč-registar 74LS373
I27	4 I kola 7408
I28	elektronski preklopnik 4066
I29	D flip-flop 74LS74
I30	brojač 74LS193
I31	dva brojača 74LS629
I32	fazni komparator MC4044
KC	kvarc 17, 734472 MHz
Q1	tranzistor 2N4401
Q2	tranzistor 2N3904
Q3	tranzistor TIP29
CR2	zener-dioda 1N755 (7,5 V)
Q4, Q5, Q6, Q8	tranzistor PN2222
Q7	tranzistor PN2222A
I0	oscilator 8701
CT	promenljivi kondenzator 4 — 40 pF



Sl. 3.3 — Raspored komponenata na štampanoj ploči C 64



Sl. 3.4 — Blok-šema kućnog računara C-64

Tastatura kućnog računara C-64 je poluprofesionalna sa 62 tastera za sve znake u tzv. PET ASCII kodu (velika i mala slova međunarodne abecede, brojevi, specijalni znaci i grafički znaci i komande) i 4 funkcionalna tastera. Namena komandnih tastera je sledeća:

RETURN — informiše računar da je završen unos instrukcije ili podataka, kursor se vraća na početak sledećeg reda.

SHIFT — za unošenje velikog slova ili gornjeg znaka (komande) na tasteru.

SHIFT/LOCK — kada je u donjem položaju zamenjuje stalno pritisnut taster SHIFT.

CRSR — 2 tastera za pomicanje kursora nadole i udesno ili (ako je pritisnut SHIFT) nagore i ulevo.

RUN/STOP — za zaustavljanje izvođenja programa u 'basic'-u.

RESTORE — u kombinaciji tasterom RUN/STOP vraća računar u početno stanje.

CTRL — služi za izbor boje (u kombinaciji sa brojevima 1 do 8) ili uključivanje/isključivanje invertovanog (reverznog) načina prikazivanja znakova (CTRL i 9 uključuje, CTRL i 0 isključuje).

HOME — za postavljanje kursora u gornji levi ugao (početni položaj).

DEL — za brisanje pogrešno unetog znaka.

INST — za dobijanje praznog mesta pri umetanju ispuštenog znaka.

Osim toga, na opisanim tasterima se nalaze i veliki broj grafičkih znakova koji se koriste u grafici niske rezolucije i „sprite" grafici.

Na sl. 3.4 je prikazana blok-šema kućnog računara C-64. Na njoj se vide glavni funkcionalni blokovi računara i njihove međusobne veze kao i, pomoću grafičkih simbola predstavljene, periferne jedinice sistema i njihove veze sa konektorima računara. Pored već pomenutih delova, na slici se vidi sklop za dekodiranje memorijskih adresa (PLA), sklopovi za generisanje prekida (NMI) i restartovanje sistema (RESET), adresni multiplekser (MUX) i generator taktnih signala (GTS).

3.3. OPIS I ISPITIVANJE RADA MIKROPROCESORA

3.3.1. Opis rada

Osmobitni NMOS mikroprocesor 6510 predstavlja centralni procesor mikroračunara C-64. Unutrašnja arhitektura mikroprocesora 6510 je identična arhitekturi mikroprocesora 6502 (sl. 1.15), oba su, pak, kompatibilna sa sabirnicom mikroprocesora M68xx. Za razliku od 6502, mikroprocesora 6510 poseduje dva dodatna registra u početnim lokacijama RAM memorije: na adresi 0000 se nalazi registar smera prenosa podataka (DDR) a na adresi 0001 ulazno-izlazni registar podataka (DR).

Osim pomenutih, osobine mikroprocesora su sledeće:

— postoji 8-bitni dvosmerni ulazno-izlazni port u čipu

— potreban je samo jedan napon napajanja (+5 V),
— postoji mogućnost dekadne aritmetike (BCD brojeva) i binarne aritmetike (fiksnog i pokretnog zareza),
— postoji 56 instrukcija i 13 načina adresiranja,
— postoji mogućnost interapta,
— postoji mogućnost direktnog pristupa memoriji, tj. DMA prenosa podataka,
— učestanost taktnih signala (iz posebnog oscilatora) može biti 1 MHz ili 2 MHz.

Programski model mikroprocesora 6510 sadrži sledeće 8-bitne registre: akumulator A, indeks-registre X i Y, stek-pokazivač i registar stanja, zatim 16-bitni programski brojač PC i najzad (već pomenuta) dva osmobitna registra (u početnim memorijskim lokacijama). U/I registar podataka DR i registar smera prenosa podataka DDR.

Mikroprocesor je smešten u 40-pinskom LSI (NMOS) integrisanom kolu čija angažovanost izvoda-pinova i veze sa drugim kolima u kućnom računaru C-64 može da se vidi na sl. 3.5. Uloga pojedinih signala, tj. vodova je sledeća:

— D0—D7 su 8 dvosmernih vodova sabirnice podataka za prenos signala podataka.

— A0—A15 su 16 vodova adresne sabirnice za izlazne signale kojima mikroprocesor može da adresira 65536 memorijskih lokacija. Ovi izvodi mikroprocesora mogu, po potrebi, da budu prividno isključeni — tada su u stanju visoke impedanse.

— P0—P6 šest dvosmernih vodova U/I registra podataka (DR) s tim što se smer prenosa podataka za svaki vod određuje sadržajem odgovarajućeg bita u registru smera DDR.

— Ø1 = Ø0 in. Ulazni taktni signal učestanosti 0,98525 MHz. Mikroprocesor upravlja sistemom samo u aktivnim poluperiodima signala Ø1.

— Ø2 = Ø0 out izlazni taktni signal koji je u odnosu na Ø1 lažno pomeren za polovinu periode (tj. kada je Ø1 aktivan Ø2 nije i obratno).

— RES ulazni signal koji služi za restartovanje pri uključenom naponu napajanja (tzv. „hladni start"). Ovaj signal se pri tome trenutno dovodi na nizak nivo a kada on opet dostigne visok nivo, napuni se P-brojač adresom tzv. reset-vektora (tj. adresom $FFFD/FFFC) što omogućava skok na reset potprogram koji vrši sve potrebne incijalizacije u cilju restartovanja celog sistema. Ova vrsta prekida ima najviši prioritet.

— IRQ ulazni signal koji omogućava privremeni prekid izvršavanja osnovnog programa i skok na interapt potprogram. Pri tom se prvo ispituje da li je interapt dozvoljen (I-bit registra stanja treba da je jednak nuli). Zatim se u stek-memoriji pamte trenutni sadržaji važnih registara i programskog brojača koji se sada puni adresom interapt vektora. Interapt bit se postavlja u stanje 1 u cilju »maskiranja« eventualnog novog interapta. Adresa interapta vektora je $FFFF/FFFE.

— NMI ulazni signal koji omogućava nemaskirajući interapt koji se ne može prethodno programski ili već započetim interaptom maskirati, tj. ima viši prioritet od IRQ signala. Adresa odgovarajućeg vektora je $FFFB/FFFA.

— AEC ulazni signal (iz videokontrolera) koji, kada je na niskom nivou, onemogućava mikroprocesoru kontrolu adresne magistrale (izvodi A0—A15 su u stanju visoke impedanse) koja tada stoji na raspolaganju videokontroleru ili nekom drugom mikroprocesoru. U mikroprocesor ovaj signal dolazi (pod nazivom CAEC) I-kombinovan (operacijom logičko I) sa $\overline{DMA}$ signalom koji omogućava drugom uređaju direktan pristup memoriji. RDY ulazni signal nastao I-kombinovanjem signala BA (iz videokontrolera) i $\overline{DMA}$ sa ciljem da mikroprocesor i za vreme aktivnog signala Ø2 čeka da se završi neki prenos informacija bez njegovog učešća, tj. kontrole adresnom sabirnicom.

— R/W izlazni signal kojim mikroprocesor kontroliše smer prenosa podataka: ima visok nivo kada čita a nizak kada mikroprocesor upisuje podatke u memoriju ili ulazno-izlazni adapter.

3.3.2. Ispitivanje rada mikroprocesora

Ukoliko se sumnja da mikroprocesor ne radi (po isključivanju računara), logičkom sondom izmeriti napon Vcc = +5 na pinu 6 (kola 17), a zatim ustanoviti pojavu impulsnog signala na sabirnici podataka (pin 30 do 37 kola 17), kao i na adresnoj sabirnici (pin 7 do 20 i pin 22 i 23). Ako nema impulsnih signala, znači da mikroprocesor ne radi, što još ne znači da je on neispravan. Prvo treba proveriti da li se po uključivanju izvora napajanja vrši inicijalizacija mikroračunara, tj. da li se javlja važeći $\overline{RES}$ signal? Zbog toga treba logičku sondu staviti na pin 40 mikroprocesora, zatim na kratko vreme isključiti, pa ponovo uključiti računar (prekidačem RP). Logička sonda treba posle uključivanja da pokaže nizak nivo oko 2 sec a zatim stalan visok nivo. U suprotnom treba ispitati da li se isti takav signal dobija na izlazu invertora (pin 12) kola 18 a zatim na izlazu tajmera 120 (pin 9) koji generiše $\overline{RES}$ signal. Po potrebi zameniti kola I8, I20 ili neki pripadajući R/C element (prema šemi na sl. 3.5). Ukoliko se javlja korektan $\overline{RES}$ signal a mikroprocesor ne radi, treba logičkom sondom ustanoviti impulsni signal na $\overline{IRQ}$ ulazu (pin 3) mikroprocesora, a visok nivo na $\overline{NMI}$ ulazu (pin 4) mikroprocesora. U slučaju nekorektnog signala na pinu 3, treba zameniti kolo I1 (CIA1), a u slučaju niskog nivoa na pinu 4, ispitati ispravnost kola I2 (CIA2) i tajmera (druga polovina čipa I20) koji generiše važeći $\overline{NMI}$ signal po pritisku na taster RESTORE (sl. 3.9). Takođe treba ustanoviti i ulaz taktnog impulsnog signala Ø0IN u mikroprocesor (pin 1).

U slučaju da su svi opisani signali ispravni a mikroprocesor ne radi, treba ga zameniti.

Neki uzroci kvara mikroprocesora su:

1. Priključivanje kasetofonskog kabla za vreme uključenog napajanja računara.

2. Kvar u RAM ili ROM memoriji, što izaziva preopterećenje sabirnice podataka, ili adresne sabirnice, zbog čega nastaje kvar i mikroprocesora.

3. Kada nastane kvar u PLA kolu (za upravljanje ROM-memorijama), tada dolazi do kvara i u mikroprocesoru.

3.4. OPIS INTERNE MEMORIJE. ISPITIVANJE RADA

3.4.1. Memorijska mapa kućnog računara C-64

Kao što je ranije objašnjeno, ukupan raspoloživi adresni prostor unutrašnje memorije 8-bitnih mikroračunara nalazi se u opsegu adresa od 0 do 65535 ili od $0000 do $FFFF (svega 64 kB). Memorijska mapa pokazuje kako je ukupan adresni prostor računara podeljen (u bajtima i kilobajtima) između pojedinih delova unutrašnje memorije ulazno-izlaznih i specijalnih registara i, ukoliko postoji, spoljne ROM memorije. Memorijska mapa kućnog računara COMMODORE 64 (data u tabeli 3.2) mora da zadovoljava uslov koji zahtevaju mikroračunari na bazi mikroprocesora 6510. Naime, dve memorijske lokacije sa najvišim adresama nalaze se u (EP)ROM memoriji koja sadrži operativni sistem jer po prijemu važećeg 'reset' signala mikroprocesor traži sadržaj tih lokacija i prenosi ga u programski brojač (PC). S druge strane, početne stranice memorijskog prostora pripadaju RAM-memoriji sa izuzetkom prve dve memorijske lokacije koje zauzimaju registri mikroprocesora 6510 (v. odeljak 3.3). Naime, prva dva kilobajta memorijske mape C-64 zauzima tzv. sistemski RAM koji je podeljen na deo koji koristi operativni sistem (njegova stek-memorija i dr.), deo koji zauzima ekranska ili videomemorija i osam bajta koji zauzimaju sprajt (sprite) pokazivači [16].

Sledećih 38 kilobajta u memorijskoj mapi zauzima RAM memorija koja stoji na raspolaganju korisnika za njegove programe sa podacima u programskom jeziku (bejzik). Pri tome se deo mape od adrese 32768 do 40960 može opciono, po potrebi, dodeliti „spoljnoj" ROM-memoriji (za dodatne module) maksimalnog kapaciteta od 8 kilobajta. Sledeći deo memorijske mape zauzima bejzik-interpretator računara koji je smešten u ROM-memoriji kapaciteta 8 kilobajta. Počev od adrese 49152 sledećih 4096 memorijskih lokacija (4kB) zauzima RAM memorija koju korisnik može upotrebiti za programe i/ili podatke koje upisuje samo u mašinskom jeziku tj. objektnom (object) kodu. Zatim od adrese 53248 sledi deo RAM-memorije (kapaciteta 4 kilobajta) koji može da koriste samo hardver i operativni sistem za svoje potrebe, tu spadaju specijalni registri generatora zvuka (SID a), programirajućeg interfejs-adaptera (CIA-a) i videokontrolera (VIC a). Osim toga, u tom opsegu (od $D800—DBFF) se nalazi i tzv. kolor RAM kapaciteta 1 kB. U opsegu od adrese D000—DFFF (kapaciteta 4 kB) nalazi se memorija generatora znakova — to je 'character ROM', njemu može da pristupa samo videokontroler (VIC), dok specijalnim registrima ima pristup samo mikroprocesor, tako da nikada ne dolazi do greške

Najzad, poslednjih 8 kilobajta, tj. 8192 memorijskih lokacija sa najvišim adresama, zauzima operativni sistem koji se u računaru C-64 zove kernal.

Na taj način se memorijska mapa kućnog računara C-64 može prikazati u tabeli 3.2.

Tabela 3.2

Adresa		Namena
hex oblik	dekadni oblik	
		registri mikroprocesora
2 — 3FF	2 — 1023	RAM koji koristi OS (od $100—1FF je stek OS-a)
400 — 7F7	1024 — 2039	videomemorija
7F8 — 7FF	2040 — 2047	sprajt pokazivači
800 — 9FFF	2048 — 40959	korisnikova RAM za bejzik
A000 — BFFF	40960 — 49151	ROM za bejzik interpretator
C000 — CFFF	49152 — 53247	korisnikov RAM za „object" kôd
D000 — D02E	53248 — 53294	registri videokontrolera (VIC-a)
D400 — D7FF	54272 — 55295	registri audiokontrolera (SID-a)
D800 — DBFF	55296 — 56319	kolor — RAM
DC00 — DFFF	56320 — 57343	U/I registri (adaptera CIA1 i 2)
E000 — FFFF	57344 — 65535	operativni sistem

3.4.2. **Delovi interne memorije kućnog računara C-64**

Kućni računar COMMODORE-64 sadrži sledeće delove interne memorije:

1. Dinamička RAM memorija koja se sastoji od 8 čipova tipa 4164 (kola I9—I12 i I21—I24) kapaciteta po 64 kbita, što čini ukupno 64 kB. Za sve bitove iste težine postoji po jedan čip koji je vezan preko svoja dva izvoda (pin 2-ulaz, pin 14-izlaz) na odgovarajući vod podatka. Ćelija za pamćenje jednog bita se sastoji od jednog MOSFET tranzistora i kondenzatora (koji pamti vrednost bita). U jednom čipu postoji 256 redova i 256 kolona memorijskih ćelija. Međutim, zahvaljujući multipleksiranju adresa, adresiranje RAM-memorije se vrši pomoću osam adresnih vodova (MA0 i MA7). Pristup dinamičkoj RAM-memoriji imaju mikroprocesor (tada se multipleksiranje adrese vrši u multipleksoru koji čine integrisana kola I13 i I25) ili videokontroler VIC (koji sam vrši multipleksiranje adrese uz pomoć svojih izlaznih signala $\overline{RAS}$ i $\overline{CAS}$ (aktivan signal CAS propušta adrese A15—A8 a neaktivan adrese A7—A0). Videokontroler može samo da čita dinamičku RAM-memoriju, ali ima i zadatak da svake 2 msec vrši njeno osvežavanje; za tu operaciju videokontroler koristi samo one polovine mašinskog ciklusa (oko 0,5 μsec) kada je signal Ø2 visokog nivoa (tj. aktivan je jer tada mikroprocesor ne zauzima sabirnice, tj. ne komunicira sa ostalim delovima sistema. Na memorijskoj mapi je prikazano za koje funkcije dinamička RAM memorija može biti angažovana. Jedan njen segment (obično počev od adrese $0400) služi kao ekranska ili video memorija (tzv. video-matrica) čiji je kapacitet od 1000 znakova — jednak maksimalnom broju znakova koji se prikazuju na ekranu

(25 redova po 40 znaka). U ekranskoj memoriji se znaci prikazuju pomoću svojih „ekranskih" (a ne ASCII) kodova. Početna adresa ekranske memorije je smeštena u kontrolnom registru na adresi $D018 (53272).

2. Kolor RAM-memorija je statička, tipa 2114, smeštena u jednom integrisanom kolu (čip 10) kapaciteta 1 k×4 bita (sa memorijskim adresama $D800 do DBFF). Koristi se samo u tzv. karakter-načinu rada videokontrolera kada se u njoj, za svaki od 1000 znaka (ili praznih polja) ekranske memorije, čuva i 4-bitna informacija o jednoj od 16 mogućih boja. Kolor RAM-memoriji mogu da pristupaju i mikroprocesor i videokontroler.

3. Memorija samo za čitanje — ROM-memorija se sastoji od tri integrisana kola s tim što svako kolo ima svoju specifičnu funkciju tj. svoj određen sadržaj. To su:

a) ROM za smeštaj bejzik interpretatora (kolo 13, tipa 2364A) kapaciteta 8 kB

b) ROM za smeštaj operativnog sistema „Kernal" (kolo 14 tipa 2364A) kapaciteta 8 kB i

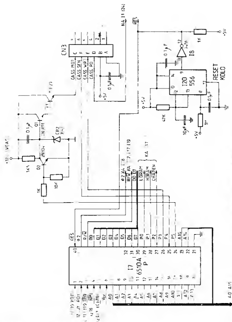
c) Karakter ROM (ili generator znakova) za smeštaj svih PETASCII karaktera (kolo 15, tipa 2332A) kapaciteta 4 kB. Pošto postoje 2 skupa po 256 karaktera a svaki karakter se prikazuje pomoću 8×8 tačaka, tj. 8 bajta, potreban je kapacitet 2×8×256=4096 bajta.

Kolo 117 (PLA — programmable logic area), prikazano na sl. 3.7, vrši selektiranje delova interne memorije jer na svojim izlaznim izvodima generiše više upravljačkih signala (CASRAM, BASIC i Sp.), a, osim toga, uz pomoć selektor-dekodera (kolo 115), vrši selektiranje audio i videokontrolera, registara ulazno-izlaznih adaptera i dr. PLA generiše signale i za selektiranje spoljnjeg ROM-a.

3.4.3. O kvarovima memorije i njihovom otklanjanju

Ukoliko se pri radu sa računarom posumnja u ispravnost RAM-memorije (na primer na ekranu se pojave razbacani znaci, „šahovska" polja i sl.), treba prstom dodirnuti sve RAM-čipove i, ako se ustanovi da se neki čip pregrejano zagrejao, odmah treba isključiti izvor napajanja a zatim zagrejani čip zameniti odgovarajućim novim čipom. Ako izvor napajanja računara sa neispravnim RAM-čipom ostane i dalje uključen, takav čip može prouzrokovati kvar i nekih drugih integrisanih kola u računaru. Međutim, RAM čip može biti neispravan iako se ne zagreva, ali u tom slučaju je detekcija i lokalizacija kvara komplikovana, često se može vršiti samo osciloskopom, posmatranjem oblika impulsnih signala. Nekiput, i pored sumnji, kvar nije u RAM-memoriji — na primer ako pomoću POKE-instrukcije upišemo neke podatke u određene RAM-memorijske lokacije pa pomoću instrukcije PEEK ne dobijemo iste podatke, kvar može biti u adresnom multiplekseru RAM-memorije (kola 113 i 125).

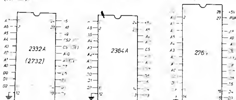
Kada nije ispravna memorija samo za čitanje (ROM) se takođe obično pregreje. Najčešće se to dešava sa ROM-om za bejzik-interpretator, kao i sa ROM-om za smeštaj „Kernal"-a, dok se karakter-ROM vrlo retko kvari. Kao i u slučaju RAM-memorije, odmah treba isklju-



Sl. 3.5 — Šema veze mikroprocesora i RESET kola

čiti izvor napajanja i pažljivo izvaditi neispravan ROM-čip iz njegovog podnožja. Međutim, za razliku od RAM-memorije, pri zameni čipa ROM-memorije treba voditi računa o činjenici da nije dovoljno imati novi ROM-čip tipa 2364A već on mora biti i napunjen potrebnim sa-

držajem (tj. bejzik-interpretatorom ili „Kernal"-om). U nedostatku originalnog ROM-čipa sa potrebnim sadržajem, moramo naći odgovarajući PROM ili EPROM čip (pošto ROM ne možemo puniti) i napuniti ga potrebnim sadržajem pomoću (E)PROM programatora. Najčešće korišćeni (E)PROM-i kapaciteta 8 kB su EPROM 2764 i 2564. Međutim, prvi se mnogo češće koristi jer je jevtiniji od drugog, a, osim toga, za njega (kao i za EPROM 2732, kapaciteta 4 kB) postoje izrađeni EPROM-programatori [19]. Međutim, pri stavljanju novog čipa u računar, treba voditi računa o tome da stari i novi čip nisu hardverski potpuno kompatibilni — čip 2364A ima 24 pina a čip 2764 ima 28 pina (sl. 3.6).



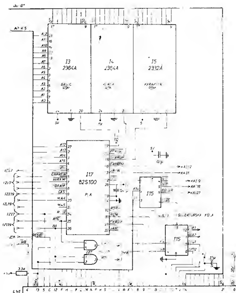
Sl. 3.6 — Raspored izvoda na integrisanim kolima ROM-a

3.5. OPIS I ISPITIVANJE RADA SPECIJALNIH KOLA

U kućnom računaru C-64 se nalazi nekoliko specijalnih integrisanih kola koja ponaosob obavljaju više srodnih specifičnih funkcija, na primer: sve funkcije u vezi sa generisanjem slike ili sa generisanjem tona. Ova specijalna kola se mogu sresti samo u kućnim računarima COMMODORE zbog čega treba opisati njihovu strukturu i funkcije koje obavljaju, a, takođe, i posledice koje može da izazove njihova neispravnost.

3.5.1. Programirajući interfejs-adapter 6526

Programirajući interfejs-adapter 6526 (complex interface adapter CIA) je LSI integrisano kolo (sl. 3.8) koje je kompatibilno sa mikroprocesorima 65xx, i služi za priključivanje raznih perifernih uređaja, tj. omogućava paralelni ili serijski prenos informacija između kućnog računara i perifernih jedinica. Adapter CIA sadrži dva paralelna porta sa po 8 linija podataka. Programski se može odrediti koji port će biti ulazni a koji izlazni i koja vrsta komunikacije tj. načina prenosa, treba da se obavlja. Adapter sadrži i vremenska kola — sat dnevnog vremena i dva interval-tajmera koja generišu potrebne vremenske signale.



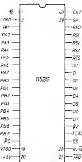
Sl. 3.7 — Šema veza ROM-memorije, PLA kola i selektora

U kućnom računaru C-64 se nalaze dva programirajuća interfejs-adaptera; CIA1 služi za priključivanje tastature — u memorijskoj mapi se nalazi na adresama $DC00 do $DCFF. Adapter CIA2 (u memorijskoj mapi se nalazi na adresama $DD00 do DDFF) služi za serijski ulaz/izlaz (port A) i korisnikov ('user') priključak na koji se mogu priključiti periferne jedinice ili drugi računar (direktno ili preko modema i telefonske linije).

Adapter CIA je smešten u 40-pinskom integrisanom kolu-čipu. Na integrisano kolo 6526 su priključeni vodovi sledećih signala:

Ø2 — ulazni taktni signal iz mikroprocesora (clock),

CS (chip select) — ulazni signal za aktiviranje čipa 6526 (visok nivo na pin-u CS dezaktivira čip).



Sl. 3.8 — Integrisano kolo 6526 (CIA)

R/W (read/write) određuje smer prenosa podataka: nizak nivo omogućava upis (tj. prenos podataka u čip), a visok nivo omogućava čitanje (tj. prenos podataka iz čipa).

RS3—RS0 služe za selektiranje internih registara prema tabeli 3.3.

IRQ (interrupt request) je izlazni signal koji kada je aktivan iza ziva u mikroprocesoru interapt.

RES — ulazni signal koji resetuje sve interne registre u čipu.

DM7—DB0 (data bus I/0) služe za transfer informacija između čipa i interne sabirnice podataka. To su normalno ulazi (velike impedance), osim kada su CS niskog, a R/W i Ø2 visokog nivoa, u kom slučaju su izlazni baferi otvoreni i vrši se čitanje selektiranog registra, tj. prenos informacija iz čipa na internu sabirnicu.

Svaki port adaptera CIA sadrži registre i tajmere (ukupno ih je 16), koji su, sa načinom njihovog adresiranja, dati u tabeli 3.3. Ukoliko je neki bit u registru smera (DDR) jednak jedinici ili nuli, odgovarajući bit u U/I registru podataka (PR) je izlazni ili ulazni respektivno. Na oba porta mogu da se priključe najviše dva TTL (ili više CMOS) integrisana kola.

Prenos informacija „rukovanjem" (handshaking) može biti 8-bitni i 16-bitni; vrši se korišćenjem dva signala: izlaznog signala PC koji kad je važeći pokazuje „spreman podatak" ili „primljen podatak" na portu B i ulaznog signala $\overline{FLAG}$ koji predstavlja PC signal iz nekog drugog čipa 6526 ili zahtev periferног uređaja za interaptom, što izaziva setovanje interapt flag-bita.

U čipu 6526 postoje dva interval-tajmera (A i B) koji se sastoje od 16-bitnog brojača (samo se čita) i 16-bitnog leča (latch) u koji se podaci samo upisuju. Tajmeri imaju mogućnost više načina rada — za generisanje dugih vremenskih kašnjenja, pojedinačnih impulsa promenljive širine, periodičnih impulsa i talasnih oblika promenljive učestanosti. Različite načine rada tajmera omogućavaju i dva upravljačka registra CRA i CRB.

Tabela 3.3

RS3	RS2	RS1	RS0	IME	FUNKCIJA
0	0	0	0	PRA	U/I registar podataka A
0	0	0	1	PRB	U/I registar podataka B
0	0	1	0	DDRA	registar smera A
0	0	1	1	DDRB	registar smera B
0	1	0	0	TA LO	tajmer A niži bajt
0	1	0	1	TA HI	tajmer A viši bajt
0	1	1	0	TB LO	tajmer B niži bajt
0	1	1	1	TB HI	tajmer B viši bajt
1	0	0	0	TOD 10THS	registar 1/10 sekundi
1	0	0	1	TOD SEC	registar sekundi
1	0	1	0	TOD MIN	registar minuta
1	0	1	1	TOD HR	registar sati
1	1	0	0	SDR	serijski registar podataka
1	1	0	1	ICR	registar interapt
1	1	1	0	CRA	kontrolni registar A
1	1	1	1	CRB	kontrolni registar B

Za neke specijalne primene računara postoji u adapteru CIA 24-satni sat dnevnog vremena (TOD) sa rezolucijom od 1/10 sekundi, sastoji se od 4 registra: za desetine sekundi, sekunde, minute i sate. Sat TOD zahteva spoljni signal učestanosti 50 Hz na ulaznom TOD-pinu čipa 6526.

Čip 6526 sadrži i jedan serijski port (sa 8-bitnim pomeračkim registrom) koji je preko bafer-registara vezan na ulazno-izlazne priključke SP i CNT (za sinhronizacioni signal).

Postoji pet raznih uzroka koji mogu izazvati interapt u čipu 6526. To su: potkoračenje tajmera A ili B, tzv. alarm iz sata TOD, serijski port i signal FLAG. Detaljniji opis korišćenja programirajućeg interfejs-adaptera nalazi se u literaturi [17].

3.5.2. Ispitivanje rada tastature

Tasteri su na tastaturi raspoređeni u matrici 8×8 (v. tabelu 3.4) tako što su kolone povezane sa izlaznim portom PA0 — PA7 a redovi sa ulaznim portom PB0 — PB7 adaptera CIA1 koji vrši ulogu enkodera tastature. Prilikom pritiska na neki taster, njegov izlaz je logička nula koja treba da se pretvori u odgovarajući kôd pritisnutog znaka. Čitanje tastature se vrši pomoću internog interapta koji generiše tajmer A (u adapteru CIA1) svakih 16421 ciklusa taktnog signala Ø2 (tj. svakih 1/60 sekunde) preko izvoda IRQ adaptera CIA1 (sl. 3.9).

U momentima internog interapta adapter CIA1 postavlja sukcesivno i ciklički na izvodima PA0 — PA7 logičke nule (signali COL0 — COL7), a zatim čita pritisnut znak na odgovarajućem izvodu PB koji je u vezi sa redom u kome se nalazi taj taster. Kada nijedan taster nije pritisnut, svi izvodi PB su na visokom nivou; pritisnut taster će izazvati na PB izvodu svog reda povorku impulsa (ROW signal) — periodični impulsni signal učestanosti 50 Hz.

Ukoliko tastatura ne radi, treba prvo proveriti da li adapter CIA1 (kolo I1) dobija napon napajanja Vcc (pin 20) i sinhronizacione impulse (pin 19). Zatim treba ispitati talasne oblike signala na izvodima 2 do 8 koji treba da periodično dobijaju na kratko vrednost logičke nule, tj. treba da postoji povorka impulsa. Ako neki od ovih signala nedostaje treba zameniti kolo I1. Ukoliko su svi ovi signali korektni,

Tabela 3.4

Kolone / Redovi	0	1	2	3	4	5	6	7
0	DEL	3	5	7	9		£	1
1	RETURN	W	R	Y	I	P	*	
2	⇄	A	D	G	J	L		CTRL
3	F1	4	F	8	O		HOME	2
4	F2	Z	C	B	M		SHIFT (desni)	SPACE
5	F3	S	I	H	K	=		C
6	F4	E	T	U	O	@	↑	Q
7	↓	SHIFT (levi)	X	V	N	-	/	RUN STOP

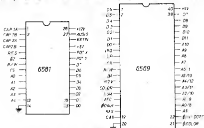
treba logičkom sondom ispitati signale na ulaznim izvodima 9 do 17 kola I1, prilikom pritiska na neki taster u određenom redu n na odgovarajućem izvodu PBn će se pojaviti logička nula, tj. povorka impulsa. Ukoliko se ne pojavi, treba ommetrom proveriti odgovarajuću vezu na konektoru CN1 i u samom tasteru. Ukoliko su ove veze ispravne, treba zameniti kolo I1.

Ako taster RESTORE ne radi, ispitati ga ommetrom a zatim proveriti da li se pri njegovom pritisku javlja logička nula na klemi 3 konektora CN1. Na kraju ispitati ispravnost NMI tajmera (kola I20, I8 i pripadajuće komponente prema sl. 3.9).

U tabeli 3.4. je prikazan raspored tastera na tastaturi.

3.5.3. Generator zvuka ili audiokontroler 6581

Generator zvuka 6581 (Sound interface device — SID) je LSI integrisano kolo (sl. 3.10) kompatibilno sa mikroprocesorima 65xx. Sadrži 3 nezavisna muzička sintesajzera koji kontrolišu jačinu (volume), visinu (pitch) i boju (sadržaj harmonika) zvuka. Opseg učestanosti iznosi 0—4 kHz. Moguće je generisanje 4 talasna oblika signala: trouglast, testerast, pravougaoni (promenljive širine) i šum. Svaki sintesajzer sadrži oscilator tonskog signala, generator obvojnice i amplitudni modulator koji moduliše tonski signal. Generator zvuka sadrži i jedan (zajednički za sva 3 sintesajzera) filter za dodatne korekcije zvuka po potrebi jer se karakteristike filtera mogu programski menjati.



Sl. 3.10 — Integrisana kola 6581 (SID) i 6569 (VIC)

Željene melodije i ostali zvučni efekti se postižu programom u bejziku ako se pomoću instrukcija READ, DATA i POKE u registre SID-a upišu vrednosti potrebnih parametara za visinu tona (tj. učestanosti), za jačinu tona, talasni oblik i obvojnicu signala (ADSR parametri).

Deo RAM-memorije za potrebe hardvera (v. memorijsku mapu) — memorijske lokacije od adrese 54272 do 55295 su rezervisane samo za potrebe SID-a. U ovim memorijskim lokacijama (tzv. SID-registrima koji upravljaju generisanjem zvuka) korisnik upisuje potrebne vrednosti u cilju generisanja željenog zvuka. Na primer, za sintesajzer br. 1 memorijske lokacije na adresama 54272 i 54273 služe za smeštaj višeg i nižeg bajta učestanosti željenog signala, u lokaciju sa adresom 54276 se upisuje kod talasnog oblika signala (trouglast, testerast, pravougaoni ili šum), u lokacije sa adresama 54277 i 54278 se upisuju potrebni parametri obvojnice itd. Opširnije o načinu izračunavanja potrebnih parametara za komponovanje raznih melodija i zvučnih efekata čitalac može naći u literaturi [18]. Međutim, mnogo češće od sopstvenog komponovanja korisnik računara upotrebljava gotove programe koji mu stoje na raspolaganju jer se nalaze na odgovarajućim magnetnim kasetama ili disketama.

Na sl. 3.10 je prikazan izgled integrisanog kola 6581 sa rasporedom izvoda (pinova) čije su funkcije sledeće:

CAP1A, CAP1B, CAP2A, CAP2B za priključivanje dva kondenzatora (vrednosti 2200 pF) koji određuju graničnu učestanost (12 kHz) programirajućeg filtera (opsega 9 oktava).

$\overline{RES}$ — ulazni izvod za resetovanje registara generatora zvuka usled čega na njegovom audio izlazu nestaje zvuk.

Ø2 — ulazni izvod za dovođenje taktnog signala (učestanosti 0,98 MHz) iz sistemskog sata. Samo kada je Ø2 visokog nivoa moguć je prenos podataka između SID-a i mikroprocesora.

$\overline{CS}$ — ulazni izvod signala za selektiranje čipa 6581.

$R/\overline{W}$ — ulazni izvod koji određuje smer kretanja podataka, nizak nivo omogućava upis podataka u čip a visok nivo omogućava čitanje registara SID-a (samo u slučaju važećih Ø2 i CS signala).

A0 do A4 — izvodi za vodove signala koji služe za adresiranje pojedinih registara SID-a.

GND — masa.

D0 do D7 — za priključivanje dvosmerne sistemske sabirnice podataka.

POT X i POT Y — ulazni izvodi za analogne signale koji se vode u A/D konvertor čipa 6581.

$V_{cc} = +5$ V i $V_{dd} = +12$ V — izvodi za napone napajanja.

EXTIN — ulazni izvod koji omogućava priključivanje spoljnjeg audio signala koji se meša sa signalom generatora zvuka.

AUDIO OUT — je izlazni izvod na kome se dobija pojačan rezultantni (iz 3 sintesajzera) zvučni signal maksimalne amplitude 2 V_{pp}.

3.5.4. Videokontroler 6567 (ili 6569)

Videokontroler 6567 (VIC-II) je višefunkcionalno LSI integrisano kolo (sl. 3.10) koje upravlja prikazivanjem informacija na ekranu. Sadrži 47 registara koji su dostupni preko sistemske sabirnice mikroračunara 65xx. Videokontroler ima više načina rada i opcija u okviru pojedinih načina rada.

Pošto mikroprocesor angažuje sistemsku sabirnicu samo kada je taktni signal Ø2 visokog nivoa, videokontroler komunicira sa internom memorijom samo u drugoj poluperiodi mašinskog ciklusa, tj. kada je Ø2=0. Na taj način se ne smanjuje brzina rada mikroprocesora iako videokontroler, pored razmene informacija sa dinamičkom RAM-memorijom mora da joj obezbedi i njeno osvežavanje, kao i multipleksiranje vodova A7 i A15 sa vodovima VA15 i VA64 iz adaptera CIA2 (ovim je omogućeno adresiranje celog memorijskog prostora u segmentima kapaciteta 16kB). Videokontroler VIC šalje signal AEC koji onemogućava procesoru da pristupi adresnoj sabirnici (A0 do A15). Ukoliko neke operacije VIC-a zahtevaju brži pristup podacima mikroprocesor se pomoću signala BA privremeno zaustavlja i u poluperiodama kada je Ø2=1.

Na sl. 3.10 je prikazan izgled integrisanog 6569 (VIC II) sa rasporedom izvoda koji imaju sledeće funkcije:

D0 — D7 — za dvosmernu sistemsku sabirnicu podataka,

D8 — D11 — ulazi za lokalnu sabirnicu podataka preko koje se unose podaci o bojama iz memorije za boje (kolor-RAM-a),

MA0 — MA5 — za multipleksiranu dvosmernu adresnu sabirnicu. To su ulazi kada mikroprocesor čita/upisuje u registre VIC-a. Kada VIC adresira memorijske lokacije MA0—MA6 su izlazi za vreme aktivnog signala $\overline{\text{RAS}}$, dok su važeće adrese MA6=1, MA7 i A8—A11 za vreme aktivnog signala CAS,

A8 — A11 ulazi za procesorsku adresnu sabirnicu za adresiranje generatora znakova (karakter ROM-a),

$\overline{\text{IRQ}}$ — za izlazni interapt signal koji je aktivan kada u VIC-u nastupi interapt (za to postoje četiri moguća uzroka)

$\overline{\text{LP}}$ — ulaz za priključivanje svetlosnog pera ili okidača palibe palicel (jedan od uzroka interapta u VIC-u),

$\overline{\text{CS}}$ — izvod ulaznog signala koji omogućava pristup registrima VIC-a kada su AEC i Ø2 visokog nivoa,

R/$\overline{\text{W}}$ — izvod ulaznog signala iz mikroprocesora (uzima se u obzir samo kada je $\overline{\text{CS}}$ = 0),

BA — izvod izlaznog signala koji je u normalnom radu visokog nivoa osim ako je potrebno da VIC koristi sabirnicu i u poluperiodama kada je Ø2 = 1 (tada VIC čita podatke o sprajtovima ili čita ekranske kodove iz videomemorije.

COLOR — za izlazni hrominentni videosignal koji nosi podatke o zasićenju i dominantnoj talasnoj dužini boje,

SYNC+LUM — za izlazni luminentni videosignal koji nosi podatke o sjajnosti pojedinih tačaka a osim toga nosi sobom i sinhronizacione impulse. COLOR SYNC+LUM signali se pojačavaju, mešaju i vode u AUDIO/VIDEO konektor računara, a takođe i u UHF modulator,

$\overline{\text{AEC}}$ — za izlazni signal koji kada je aktivan onemogućava mikroprocesoru da koristi adresnu sabirnicu, tada je ona prepuštena kontroli VIC-a,

ØO — za izlazni osnovni taktni signal učestanosti 0,98 MHz koji se vodi u mikroprocesor;

RAS i CAS — za izlaz kontrolnih signala koji služe za upravljanje multipleksiranom adresnom sabirnicom. Njihovo generisanje omogućava osvežavanje RAM-a nezavisno od mikroprocesora,

Ø COLOR — za ulazni signal učestanosti 17,734472 MHz, koja se deli sa 4 da se dobije noseća učestanost boje,

ØIN — za ulazni signal DOT CLOCK iz generatora taktnih signala. Njegova učestanost se u VIC-u deli sa 8 u cilju dobijanja osnovnog taktnog signala Ø0.

Videokontroler (VIC) može samo da čita RAM-memoriju, i to na dva načina:

1. način prikazivanja znakova (karakter način),
2. bit mapirani način.

U prvom načinu rada postoji tzv. video-matrica koja se sastoji od 1000 (25 × 40) memorijskih lokacija; znaci su u video-matrici predstavljeni svojim ekranskim kodovima.

U bit-mapiranom načinu rada VIC donosi podatke iz memorije tako što čita bajt po bajt. Svakom bitu odgovara na ekranu jedna tačka a ukupan broj tačaka na ekranu iznosi 320 horizontalnih × 200 vertikalnih.

Sabirnica podataka D0—D7 služi za čitanje generatora znakova koji je smešten u posebnom čipu — ROM memoriji 2332 kapaciteta 4kB, na adresama $DOOO — $DFFF (za svaki karakter je potrebno 8 bajta). VIC može da adresira sve njegove memorijske lokacije pomoću adresnih linija A0—A11.

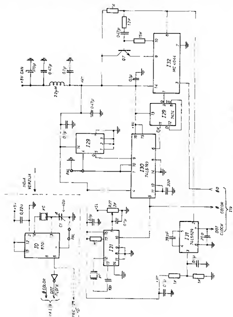
Videokontroler memoriju za boje (kolor-RAD) adresira direktno pomoću vodova A8 i A9 a indirektno preko leča (kolo I26) vodovima MA0—MA7.

Opširnije o radu videokontrolera čitalac može naći u literaturi [16].

3.5.5 Generator taktnih signala (GTS)

U kućnom računaru C-64 postoje tri taktna impulsna signala — Ø0, ØCOLOR i DOT CLOCK. Oni se generišu u tzv. generatoru taktnih signala — GTS (sl. 3.12) koji se (u staroj verziji) sastoji od grupe digitalnih integrisanih kola (kola I29 — I32), tranzistora Q7 i pripadajućih pasivnih diskretnih komponenata (GTS se na štampanoj ploči nalazi sa VIC-om ispod velikog oklopa — sl. 3.3). Osim GTS-a, u generisanju taktnih signala učestvuju i videokontroler (VIC) koji deljenjem učestanosti signala DOT CLOCK sa 8 proizvodi osnovni taktni signal Ø0, to je pravougaoni periodični signal čija učestanost (za TV sistem PAL) iznosi 0,98525 MHz. Signal Ø0 se (osim u GTS) vodi pod nazivom Ø1 u mikroprocesor (kolo I1, pin 1) i njegova perioda (koja traje nepunu 1 usec) u stvari predstavlja dužinu (ili trajanje) mašinskog ciklusa računara. Na osnovu ulaznog signala Ø0=Ø1 mikroprocesor generiše izlazni taktni signal Ø2 (suprotne faze u odnosu na signal Ø1) koji se vodi u specijalna kola: audiokontroler (SID) i interfejs-adaptere CIA1 i CIA2. Na taj način se pomoću tzv. dvofaznog nepreklapajućeg taktnog signala (Ø1, Ø2) vremenski sinhronizuje rad skoro svih važnijih LSI integrisanih kola kućnog računara C-64. Učestanosti ostala dva taktna signala (oba se vode u videokontroler) su

7,88198 MHz za signal DOT CLOCK i 17,734472 MHz za signal ∅COLOR; oba signala generišu posebni naponski kontrolisani oscilatori (u kolu I31, tipa 74LS629) s tim što je učestanost signala ∅COLOR stabilisana kvarcom (KC), ali se po potrebi može pomoću potenciometra R27 ručno podesiti na navedenu tačnu vrednost.



Sl. 3.12 — Šema generatora taktnih signala

Nova verzija generatora taktnih signala je mnogo jednostavnija od stare verzije. Sastoji se od zajedničkog oscilatora taktnih signala ØCOLOR i DOT CLOCK (smeštenog u kolu I0 tipa 8701), čije su učestanosti stabilisane kvarcom s tim što postoji mogućnost finog podešavanja učestanosti pomoću trimer-kondenzatora C.

3.5.6. Kvarovi u vezi sa slikom i tonom

a) **Nema slike.** Ukoliko je sa antenskim kablom, televizorom (ili monitorom) sve u redu, još jedanput treba pokušati sa tačnim podešavanjem 36-og UHF kanala (jer je možda neko slučajno okretao odgovarajuće dugme televizora). Ukoliko ni posle provere veza i podešavanja kanala ne može da se dobije slika, treba ispitati da li se javlja (izobličen) impulsni luminentni signal (SYNC + LUM) na izlazu videokontrolera (kolo I19, pin 15). Ako taj signal ne postoji, treba zameniti čip videokontrolera, a ako signal postoji, treba ispitati UHF modulator (M1) i sve komponente između njega i videokontrolera (CR3, Q4 i dr.). Uzrok nedostatka slike može biti i u neispravnom generatoru taktnih signala.

b) **Nedostaje boja slike.** Prvo treba proveriti ispravnost TV-prijemnika a zatim postojanje impulsnog signala boje (COLOR) na pinu 14 videokontrolera (I19). Ukoliko signal ne postoji, treba zameniti čip I19, a ukoliko postoji, treba ispitati ispravnost komponenti pojačavača COLOR signala (R25, Q6, Q5 i dr.).

Ukoliko boja nije dobra, treba, kod stare verzije, pomoću potenciometra R27, ili kod nove verzije, pomoću promenljivog kondenzatora C_t, izvršiti podešavanje učestanosti ØCOLOR-signala na izlazu iz generatora taktnih signala (sl. 3.12). Ova učestanost treba tačno da iznosi (za PAL televizijski sistem) 17.734472 MHz.

c) **Loš kontrast.** U cilju poboljšanja kontrasta slike treba okretati odgovarajuće dugme potenciometra (sl. 3.3) na UHF modulatoru dok se ne dobije željeni kontrast. Pravilan kontrast se, obično, ne može proceniti samo prikazivanjem alfanumeričkih znakova. Zbog toga se pri podešavanju kontrasta preporučuje prikazivanje neke igre sa magnetne kasete uz korišćenje crno-belog TV-prijemnika.

d) **Uvećani znaci na ekranu.** Ukoliko se na ekranu dobiju delovi redova sa vrlo uvećanim znacima, pa je za prikazivanje celog reda potreban 2—3 puta širi ekran, tada je verovatno neispravan flip-flop u generatoru taktnih signala (kolo I29 stare verzije).

e) **Nema tona.** U cilju ispitivanja ispravnosti generatora zvuka, treba preko tastature uneti sledeći test program:

```
10 POKE 54296,15
20 POKE 54278,248
30 POKE 54273,17
40 POKE 54276,17
RUN
```

Na izlazu audiokontrolera (kolo 18, pin 27) treba da se pojavi audiosignal. Ukoliko ne postoji, treba zameniti čip audiokontrolera, a ukoliko postoji audiosignal, treba ispitati napon napajanja +12, tranzistor Q8 i pripadajuće komponente.

f) **Podešavanje jačine i boje tona.** Ukoliko jačina tona nije zadovoljavajuća, treba uneti test program iz e) a zatim okretati dugme za podešavanje tona na UHF-modulatoru dok se ne dobije dovoljno jak i jasan zvučni signal. Ovo je potrebno vršiti i kod novih kućnih računara koji nisu podešeni na PAL televizijski sistem.

Podešavanje boje tona se vrši na sličan način tako što na UHF modulatoru treba okretati odgovarajuće dugme za podešavanje boje tona.

3.6. IZVOR STABILISANIH NAPONA NAPAJANJA — OTKLANJANJE KVAROVA

Izvor stabilisanih napona napajanja (električna šema je data na sl. 3.13) je smešten jednim delom u posebnoj kutiji — izvoru napona napajanja ili tzv. „ispravljaču" a drugim delom se nalazi na glavnoj ploči samog kućnog računara. Ova dva dela su spojena napojnim četvorožilnim kablom sa DIN-konektorom CN7. Izvor napona napajanja (INN) se uključuje na mrežu napona 220 V, a na svom izlazu daje preko konektora CN7 dva napona: naizmenični napon od 9 V (1 A) i stabilisan jednosmerni napon od 5 V (1,5 A). Na glavnoj ploči se nalaze elektronska kola izvora napajanja za dobijanje ostalih potrebnih jednosmernih napona:

— stabilan napon V_{dd}=12 V za napajanje audio i video kontrolera,

— nestabilisan napon VCAS (=12 V) za napajanje drajvera kasetofona,

— stabilan napon +5 VCAN za napajanje videokontrolera,

— stabilni naponi V_{dd} i $+V_c$ (dobijaju se filtriranjem napona +5 VCAN) za napajanje video izlaznog stepena odnosno generatora taktnih signala. Osim toga, generiše se i impulsni napon (učestanosti 50 Hz) koji služi kao sinhronizacioni signal za interfejs-adaptere (CIA1 i 2).

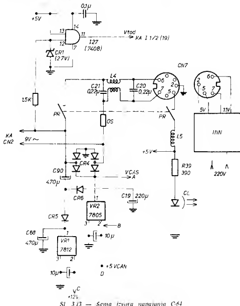
Kvarovi i njihovo otklanjanje:

a) Ukoliko, po uključenju napona ~220 V, ne svetli indikator napajanja — crvena lampica (CL), prvo treba ispitati ispravnost izvora napona napajanja — INN (koji je smešten u posebnoj kutiji) bez priključnog računara, između klema 6 i 7 konektora CN7 treba izmeriti naizmenični napon od oko 10 V, a između klema 5 i 2 jednosmerni napon +5 V. Ukoliko ovi naponi nedostaju, treba ustanoviti ispravnost napojnog kabla i osigurača (160 mA) u primarnom namotaju mrežnog transformatora. Ako nedostaje samo jednosmerni napon (obično kada se priključi računar), treba zameniti regulator napona (tipa 7805) u izvoru INN.

b) Zatim, prema šemi, treba bez priključenog izvora INN ommetrom ispitati sve veze i delove izvora napajanja na glavnoj ploči (konektor CN7, prekidač PR, osigurač OS, lampicu CL i dr.) i po potrebi zameniti neispravan deo ili zalemiti prekinutu vezu.

c) Uključiti izvor INN pa ispitati ispravljač u mostnoj vezi (CR4), regulatore napona (VR1 tipa 7812 i VR2 tipa 7805) i pripadajuće delove stabilisanog izvora napajanja merenjem jednosmernih napona u sledećim ispitnim tačkama:

— u tački A napon oko 9 V (VCAS) nestabilisan
— u tački B napon od 5 V
— u tački C napon od 12 V
— u tački D napon od 5 V (+5 VCAN)



Sl. 3.13 — Šema izvora napajanja C-64

Ukoliko neki od ovih napona nisu korektni, koristeći električnu šemu proveriti veze i/ili, po potrebi, zameniti deo koji se u šemi nalazi u električnom smislu ispred ispitne tačke.

Na kraju, jedan koristan savet: ukoliko treba zameniti osigurač, a ne posedujemo originalni osigurač (1 A) za C-64, možemo na neispravan originalni osigurač zalemiti novi osigurač manjih dimenzija ali iste vrednosti.

3.7. OPIS PRIKLJUČAKA RAČUNARA C 64

3.7.1. Priključak za kasetofon

Veza kućnog računara sa specijalnim audio-kasetofonom mikroračunarskog sistema C 64 se ostvaruje preko specijalnog interfejsa (me duspoja) sa konektorom CN3 s tim što se interfejs nalazi u samom kućnom računaru, tj. njegov je sastavni deo. Električna šema interfejsa za kasetofon sa svim vodovima koji se vezuju na konektor CN3 je prikazana na sl. 3.5, dok se izgled samog konektora CN3 nalazi na slici u dodatku A.

Pogonski deo interfejsa čini tranzistorski pojačavač (napaja se naponom VCASS = 12 V) koji omogućava napajanje kasetofona strujom potrebne jačine iz izvora stabilnog napona. Glavni delovi tog pojačavača su: pretpojačavač (Q2), zenerdioda (7,5 V) i drajver koji se sastoji od dva tranzistora (Q1 i Q3) vezanih u Darlingtonovoj sprezi. Ovaj pojačavač vrši pojačanje signala CASS MOTOR (iz mikroprocesora) kojim kućni računar upravlja pokretanjem motora u kasetofonu.

Impulsni signali kojim se preko konektora CN3 ostvaruje razmena informacija između kućnog računara i kasetofona su sledeći:

D,4 CASS RD — signal pročitanih informacija sa magnetne kasete,

E,5 CASS WRT — signal informacija koje se upisuju na magnetnu kasetu,

F,6 CASS SENSE — signal kojim se mikroprocesoru javlja da je pritisnut taster „play" kasetofona.

3.7.2. Serijski priključak (IEC)

Serijski priključak IEC u kućnom računaru C-64 se sastoji od ugrađenog interfejsa sa DIN-konektorom CN4, u koji se priključuje šestožilni DIN kabl za vezu sa jedinicom disketa, serijskim štampačem i/ili ploterom. Ovaj priključak služi za serijsku (ulazno-izlaznu) razmenu informacija između kućnog računara C 64 i njemu kompatibilnih jedinica. Električna šema veza interfejs-adaptera CIA1 i 2 sa konektorom CN4 prikazana je na sl. 3.9, a izgled samog konektora CN4 se može videti na slici u dodatku A.

Na izvode 1—6 konektora CN4 su priključeni vodovi za sledeće impulsne signale:

1. SRQ (service request) je signal kojim neka od priključenih periferijnih jedinica šalje mikroračunaru (preko adaptera CIA1) zahtev za interaptom.
2. masa.
3. ATN (attention) je signal koji mikroračunar šalje da upozori periferne jedinice da je sledeća informacija koju on šalje adresa ili komanda.
4. CLK je sinhronizacioni signal koji omogućava sinhronu razmenu podataka između mikroračunara i periferne jedinice.
5. DATA je impulsni informacioni signal koji serijski prenosi kodirane znake tako što se, za svaki znak, prvo šalje bit najveće težine a na kraju bit najmanje težine.
6. RES signal se dobija iz reset tajmera (kolo 120) i služi za resetovanje perifernih jedinica.

3.7.3. Priključci za monitor i TV prijemnik

Kao što je u odeljku 3.2 opisano, kućni računar C-64 poseduje dva odvojena video-izlazna priključka (sl. 3.3). Jedan priključak preko osmopolnog (5 izvoda se koristi) DIN konektora CN5 služi za vezu kućnog računara pomoću petožilnog kabla sa monohromatskim ili kolor monitorom ili, po potrebi, na isti priključak može da se priključi neki Hi-Fi tonski uređaj u ulozi izlazne jedinice sistema C-64. Električna šema veza video- i audiokontrolera sa konektorom CN5 je prikazana na sl. 3.11, a izgled samog konektora je dat na slici u dodatku A. Na njega su priključeni vodovi za sledeće signale:
1. LUM je luminentni izlazni signal
2. masa
3. — AUD OUT je tonski izlazni signal
4. --- COMP VID je kompozitni video signal

Drugi izlazni priključak služi za vezu kućnog računara sa standardnim TV-prijemnikom preko koaksijalnog kabla impedanse 75 oma. Pošto se taj kabl uvodi u antenski UHF ulaz TV-prijemnika uz korišćenje 36-og TV kanala, kompozitni video-kolor i audio-signal u UHF (ili RF) modulatoru računara C-64 modulišu signal noseće učestanosti 36. kanala. Na nekim kućnim računarima C-64 postoji sa zadnje strane kutije (na modulatoru) mogućnost finog podešavanja noseće učestanosti (dugme TRIM). Osim toga, na kućištu modulatora postoje, kako je opisano u odeljku 3.5.5, i tri rupice sa zavrtnjima za podešavanje kontrasta slike, jačine i boje tona.

3.7.4. Priključak za spoljne ROM-module

Kao što je napomenuto u odeljku 3.2, sa zadnje strane kutije kućnog računara C-64 postoji jedan 44-polni konektor CN6 (v. Dodatak A) koji služi za priključivanje spoljnih ROM-modula (cartridge) sa programima za specifične namene (na primer program za obradu teksta, Simon's basic — interpretator i dr.). Ovaj konektor neki zovu priklju-

čak „za proširenje" zbog toga što mu je originalni naziv „expansion port".

Na kleme konektora CN6 priključene su adresna sabirnica, sabirnica podataka i vodovi potrebnih upravljačkih signala (sl. 3.7), znači postoji sve što je potrebno za priključivanje ROM-modula, tj. dodatne EPROM-memorije. I operativni sistem računara C-64 (Kernal) podržava mogućnost priključivanja ROM modula na taj način što računar C-64 u toku inicijalizacije proverava da li postoji spoljna (EP)ROM-memorija, a zatim omogućava prenos upravljanja na program u njoj. Najčešće se EPROM modul „postavlja" tako da u memorijskoj mapi zauzima prostor između adresa $8000 i $9FFF, u tom cilju treba upravljački vod signala EXROM klema 9 konektora CN6 spojiti na masu a signal ROML iz računara koristiti za selektiranje čipa spoljne EPROM memorije (klemu 11 konektora CN6 treba spojiti sa CS ili OE izvodom spoljnjeg EPROM-a).

Čitalac može naći opširnije o načinu priključivanja spoljne EPROM-memorije u članku literature [20], a detaljan opis i šemu jednog određenog modula (za operativni sistem CP/M) u članku literature [21].

3.7.5. Korisnički priključak (RS232 interfejs)

Programirajući korisnikov ili korisnički priključak (user port) se sastoji od 24-polnog konektora CN2 čije su kleme, prema električnoj šemi na sl. 3.9, direktno povezane sa interfejs-adapterima CIA1 i 2. Korisnički priključak služi za priključivanje štampača (preko RS-232 ili Centronics interfejsa), jedinice disketa ili nekog drugog računara (preko RS 232 interfejsa ili modema i linije), s tim što, po potrebi, priključak može biti ulazni, izlazni ili ulazno-izlazni. Za svaku određenu opciju interfejs-adapter se mora programirati, tj. inicijalizirati, na početku izvršavanja svakog programa radi postizanja kompatibilnosti kućnog računara C-64 sa određenim periferním uređajem ili drugim računarom. Izgled korisničkog priključka je dat u Dodatku A a funkcije pojedinih klema konektora CN2 su sledeće:

1, 12, A i N — masa

2. napon +5 V,

3. RESET ako se spoji sa masom, vrši se resetovanje kućnog računara C-64 (zbog toga se naknadno ugrađen reset taster-prekidač može spojiti sa ovom klemom i masom),

4. CNT1, signal iz brojača adaptera CIA1,

5. SP1, signal iz serijskog porta adaptera CIA1,

6. CNT2, signal iz brojača adaptera CIA2,

7. SP2, signal iz serijskog porta adaptera CIA2,

8. PC2 i B — FLAG2 kontrolni signali za paralelni prenos podataka (handshaking) između perifernog uređaja i adaptera CIA2,

9. ATN, isti signal kao i za CN4 (v. serijski priključak),

10. i 11. naizmenični napon 9V (do 50mA) iz izvora napajanja. C, D, E, F, H, J, K, L za vezu sa paralelnim portom B adaptera CIA2.

O programiranju interfejs-adaptera za specifične primene korisničkog priključka čitalac može naći u literaturi [16, 17].

Treba istaći da se korisnički priključak najčešće koristi za ostvarivanje veze preko poznatog RS232 serijskog interfejsa za asinhroni prenos podataka između kućnog računara C-64 i nekog perifernog uređaja ili drugog računara. Kućni računar sadrži ugrađen program koji podržava RS232 interfejs, ali je između korisničkog priključka i perifernog uređaja potrebno »umetnuti« integrisana kola (najčešće MC1488 i MC1489) u cilju pretvaranja TTL naponskih nivoa u standardne RS232 nivoe (logička nula +3 do +12 V, logička jedinica —3 do —12 V). O potrebnim hardverskim dodacima i softverskim zahtevima koji su neophodni za ostvarivanje komunikacije preko RS232 interfejsa čitalac može naći u literaturi [17, 22, 23, 24].

3.7.6. Upravljački priključci

Kućni računar C-64 ima dva posebna upravljačka konektora-utičnice (tzv. control port-a) CN8 i CN9 na koji se bez ikakvog interfejsa mogu priključiti dve digitalne palice za igru (joystick). Jedini uslov za priključivanje je da palica za igru poseduje (nezvanično standardni) devetopolni konektor-utikač „atari". Palica br. 1 se priključuje u konektor CN9 a palica br. 2 u konektor CN8 kućnog računara (v. dodatak A).

Na klemi 6 konektora CN9 (sl. 3.9) može se priključiti svetlosno pero za rad sa ekranom. Ono proizvodi signal LP koji se iz konektora CN9 vodi u videokontroler VIC. Opširnije o korišćenju upravljačkih priključaka čitalac može naći u odeljku o palicama za igru (4.4.2).

3.8. DIJAGNOSTIČKI PROGRAM ZA ISPITIVANJE SISTEMA C 64

Dijagnostički program DOCTOR 64 služi za testiranje ispravnosti hardvera mikroračunarskog sistema C 64, tj. delova kućnog računara C-64 i njegovih glavnih perifernih jedinica ili uređaja. Program se sastoji od osam opcija koje odgovaraju pojedinim delovima sistema. Može biti smešten na kaseti ili disketi sa koje se pomoću jedinice disketa 1541 unosi u internu RAM-memoriju računara C-64 instrukcijom LOAD »DR 64«, 8

Po izvršenju instrukcije RUN, na ekranu TV-prijemnika (ili monitora) se prikazuje slika računarskog sistema C-64 sa spiskom pojedinih delova sistema koji se mogu testirati sledećim redosledom: tastatura, deo za sliku, deo za zvuk, palice za igru, jedinica disketa, štampač, RAM-memorija i kasetofon. Ukoliko želimo testiranje nekog dela (tj. uređaja) sistema koji je sledeći na redu, treba pritisnuti taster RETURN, a ako želimo da preskočimo testiranje tog dela (uređaja), treba pritisnuti razmaknicu (space). Posle uspešno obavljenog testa nekog dela (uređaja), taj deo dobija, na slici sistema, pored svog naziva, slovo C, što znači da je testiranje kompletirano. Prilikom testiranja pojedinih delova (uređaja), na ekranu se prikazuje određena slika koja odgovara i pomaže testiranju tog dela (uređaja). Na primer, prilikom testiranja tastature, na ekranu se nalazi njena slika a potrebno je na tastaturi redom pritiskati sve tastere — ispod sva-

kog se tada pojavi na ekranu crtica. Prilikom testiranja slike, na ekranu se pojavi spektar svih 16 boja sa svojim nazivima, u slučaju da neka boja nije korektna, možemo da izvršimo potrebno podešavanje TV-prijemnika. Prilikom testiranja jedinice disketa, treba staviti praznu disketu, a prilikom testiranja kasetofona, treba koristiti novu magnetnu kasetu.

Najzad, postoji i mogućnost samotestiranja (pritiskom na taster T) dijagnostičkog programa DR 64.

3.9. HARDVERSKI DODACI

3.9.1. Reset taster

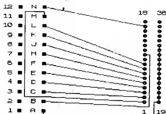
Kod kućnog računara C-64 ne postoji mogućnost resetovanja (restartovanja) pomoću nekog tastera u cilju prekidanja neke igre i dr. Ako se za resetovanje koristi prekidač napona napajanja, tada su integrisana kola u računaru izložena čestim (kratkotrajnim za vreme prelaznog stanja) prenaponima koji kad su amplitude veće od dozvoljene mogu izazvati oštećenje. Zbog toga se preporučuje ugradnja reset tastera koji je pogodno spojiti sa određenim izvodima korisničkog priključka. Na zadnjoj strani kutije računara (između konektora CN2 i ivice) burgijom treba probušiti potrebnu rupicu za minijaturni reset taster koji se pričvršćuje svojim maticama. Zatim na konektoru CN2 (v. dodatak A) treba pronaći kleme 3 (RESET) i A (masa) pa na njih zalemiti dve izolovane žičice; druge krajeve ovih žičica treba zalemiti na reset taster. Pri tome treba koristiti uzemljenu niskonaponsku lemilicu.

3.9.2. Centroniks interfejs za C-64

Ukoliko želimo da na računar C 64 priključimo neki kvalitetniji štampač (na primer EPSON i sl.), potrebno je kupiti (vrlo skup) interfejs za vezu računara sa štampačem. U ovom odeljku je prikazano kako se može realizovati jeftini paralelni centroniks interfejs koji se priključuje na korisnički priključak (user port) računara C-64, na ovaj interfejs se mogu priključiti skupi kvalitetni štampači.

Na sl. 3.14 je dat izgled štampane ploče ovog interfejsa. Program je dat u mnemoničkoj formi i, da bi ga upisali, potrebno je koristiti neki od programa za asembliranje. Momentalno se kod nas može naći jedan veoma dobar asembler — MAE 11, na kome je razvijen ovaj program. Kada se program upiše u asembler i izvrši asembliranje, on se postavlja od adrese 40000. Odatle ga treba uzeti i snimiti na kasetu ili disketu, ali je prethodno potrebno izvršiti četiri POKE instrukcije kojima „prevarimo" naš računar tako da smatra da mu se program nalazi na adresi 40000 i da traje do 40310.

```
POKE 43,64
POKE 44,156
POKE 45,118
POKE 46,157
```



Sl. 3.14 — Štampana ploča paralelnog interfejsa za C 64

SAVE »PRINTER«, 8,1 (disk) ili SAVE »PRINTER«, 1,1 (kas.)

Kada želimo da koristimo ovaj program, treba ga memorisati instrukcijom LOAD »Printer«, 8,1 ili LOAD »PRINTER«, 1,1 ako je kasetofon u pitanju, i startovati ga SYS 40000. Posle ove inicijalizacije, program je stalno u računaru i kada god pozovemo štampač, on će pravilno izvršiti sve naše naredbe koristeći paralelnu vezu preko korisničkog priključka.

```
0010      OS
0020      BA   40000
0030      SEI
0040      LDA  $0326
0050      CMP  #CHROUT
0060      BNE  L1
0070      LDA  $0327
0090      BEQ  L2
0100L1    LDX  $0326
0110      LDY  $0327
0120      STX  ST1+1
0130      STY  ST1+2
0140      LDX  #CHROUT
0150      LDY  CHR+1
0160      STX  $0326
0170      STY  $0327
0180L2    LDA  $0320
0190      CMP  #CHKOUT
0200      BNE  L3
0210      LDA  $0321
0220      CMP  CHK+1
0230      BEQ  L4
0240L3    LDX  $0320
0250      LDY  $0321
0260      STX  ST2+1
0270      STY  ST2+2
0280      LDX  #CHKOUT
0290      LDY  CHK+1
0300      STX  $0320
0310      STY  $0321
0320L4    LDX  #CLRCHN
0330      LDY  CLR+1
0340      STX  $0322
0350      STY  $0323
0360      LDA  #CLOSE
0370      CMP  $031C
0380      BNE  L5
0390      LDA  CLO+1
```

```
0400       CMP  $031D
0410       BEQ  L6
0420L5     LDX  $031C
0430       LDY  $031D
0440       STX  ST3+1
0450       STY  ST3+2
0460       LDX  #CLOSE
0470       LDY  CLO+1
0480       STX  $031C
0490       STY  $031D
0500L6     CLI
0510       RTS
0520CHROUT PHA
0530       LDA  $9A
0540       CMP  #$04
0550       BEQ  L7
0560       PLA
0570ST1    JMP  $F1CA
0580L7     PLA
0590       STA  $DD01
0600       LDA  $DD00
0610       AND  #$FB
0620       STA  $DD00
0630       ORA  #$04
0640       STA  $DD00
0650L14    LDA  $DD0D
0660       AND  #$10
0670       BEQ  L14
0680       CLC
0690       RTS
0700CHKOUT TXA
0710       PHA
0720       JSR  $F30F
0730       BMI  L16
0740       LDA  $0263,X
0750       CMP  #$04
0760       BEQ  L17
0770L16    PLA
0780       TAX
0790ST2    JMP  $F250
0800L17    LDA  #$FF
0810       STA  $DD03
0820       LDA  #$00
0830       STA  $DD01
0840       LDA  $DD02
0850       ORA  #$04
0860       STA  $DD02
0870       LDA  $DD00
0880       ORA  #$04
0890       STA  $DD00
0900       LDA  #$10
0910       STA  $DD0D
0920       LDA  $DD0D
0930       JSR  $F31F
0940       PLA
0950       TAX
0960       LDA  #$04
0970       STA  $9A
0980       CLC
0990       RTS
1000CLRCHN LDX  #$04
1010       CPX  $9A
1020       BNE  L18
1030       LDA  #$00
1040       STA  $DD0D
1050       STA  $DD03
1060       LDA  $DD02
1070       AND  #$FB
1080       STA  $DD02
1090L18    BCS  L19
1100       JSR  $EDFE
1110L19    LDX  #$03
1120       CPX  $99
1130       BCS  L20
1140       JSR  $EDEF
1150L20    STX  $9A
1160       LDA  #$00
1170       STA  $99
1180       RTS
1190CLOSE  PHA
1200       JSR  $F314
1210       BMI  L21
1220       LDA  $0263,X
1230       CMP  #$04
1240       BEQ  L22
1250L21    PLA
1260ST3    JMP  $F291
1270L22    JSR  CLRCHN
1280       PLA
1290       JMP  $F2F3
1300CHR    .SE  CHROUT
1310CHK    .SE  CHKOUT
1320CLR    .SE  CLRCHN
1330CLO    .SE  CLOSE
1340       .EN
```

4. PERIFERNE JEDINICE KUĆNOG RAČUNARA C-64

4.1. JEDINICA DISKETA VIC 1541

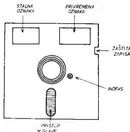
4.1.1. Disketa

Kao što je ranije opisano, disketa, kod mikroračunarskih sistema, predstavlja spoljnu memoriju, a jedinica disketa je odgovarajuća jedinica spoljne memorije. Njena funkcija je da omogući razmenu informacija između centralne jedinice sistema (preko spoljne sabirnice i interfejsa) i same diskete, tj. pomoću jedinice disketa se vrši upis informacija na disketu ili čitanje informacija sa diskete.

Kućni računar C-64 koristi jednostrane diskete (sl. 4.1), prečnika 5,25 inča sa jednostrukom gustinom; kapacitet diskete je 170 kB formatiranih informacija. Formatiranje diskete se vrši pomoću sledećeg programa:

```
10 OPEN 15, 8, 15
20 PRINT # 15, "NEW: IME DISKETE, ID"
30 CLOSE 15
```

(15 je broj kanala a 8 je identifikacioni broj jedinice)



Sl. 4.1 — Disketa kućnih računara C-64

Sl.4.2— Blok šema jedinice disketa 1541

Pri formatiranju koje se vrši kod novih disketa ili kada celu disketu treba obrisati, površina diskete se deli na 35 koncentričnih staza a zatim se staze dele na blokove (sektore). Staze br. 1 do 17 imaju 21 blok, staze br. 18 do 24 sadrže 19 blokova, staze br. 25 do 30 sadrže 18, a staze br. 31 do 35 imaju samo 17 blokova. Kada na omotu diskete postoji urez za zaštitu zapisa, nemoguće je upisivanje na disketi. Ako je potrebno upisivanje, treba preko ureza zalepiti komadić papira.

4.1.2 Opis rada jedinice disketa

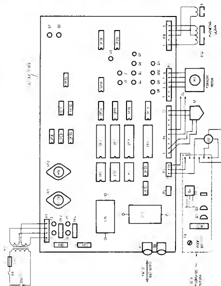
Jedinica disketa VIC 1541 se na kućni računar C-64 priključuje preko RS 232 interfejsa i konektora CN2 ili (što se češće radi) preko ugrađenog IEC serijskog interfejsa (konektor CN4). Pri tome 6-žilni DIN kabl treba da spaja konektor CN4 računara sa konektorom P2 jedinice disketa (sl. 4.3). Ukoliko želimo da priključimo dve (tri/četiri) jedinice, koristi se tzv. lančana (daisy chain) veza na taj način što se konektor P3 prve jedinice disketa drugim kablom vezuje za konektor P2 druge jedinice disketa, a konektor P3 druge jedinice se vezuje sa trećom jedinicom itd. Pri tome svaka jedinica ima različit svoj identifikacioni broj (na isti način se priključuje i serijski štampač). Znači da komanda PRINT # n ispituje čitav lanac perifernih jedinica i samo jedinica koja je na kanalu broj n će izvršiti instrukciju i o tome poslati računaru informaciju. Ovakav serijski prenos razmene informacija između računara i jedinice disketa je relativno spor (brzina prenosa je oko 300 bajta/sec), ali je jednostavniji i jeftiniji. Pristup podacima na disketi je direktan, pri čemu vreme pristupa iznosi oko jedne sekunde.

Jedinica disketa VIC 1541 je smeštena u jednoj kutiji dimenzija 37×20×8 cm³. Sa zadnje strane kutije se (pristupačni korisniku) nalaze prekidač (PR) mrežnog napona napajanja 220 V, priključak za napojni kabl, osigurač i dva konektora za priključivanje 6-žilnog DIN kabla koji služi za serijsku vezu IEC (uz TTL nivoe). Dva konektora P2 i P3 su međusobno paralelno vezani — jedan služi za vezu sa računarom a drugi sa drugom perifernom jedinicom. Na prednjoj strani kutije nalaze se dve signalne lampice — indikatori, zelena i crvena. Kada svetli zelena lampica, to znači da je jedinica disketa uključena na mrežni napon napajanja. Kada crvena lampica neprekidno svetli, to znači da se disketa obrće i da se vrši pravilan upis ili čitanje diskete. Ukoliko crvena lampica trepće (pali se i gasi), tada jedinica ne radi pravilno i treba ponoviti zahtevan upis ili čitanje diskete, ili zameniti disketu.

Glavni delovi jedinice disketa su: pogonski mehanizam, magnetna glava sa mehanizmom za njeno pozicioniranje i elektronski delovi.

Glavni deo pogonskog mehanizma čini motor koji preko kaišica pokreće pogonsku osovinu (kotur) a ova obrće disketu brzinom oko 300 ob/min.

Magnetna glava za upis/čitanje diskete je montirana na nosaču koji je preko pužnog mehanizma spregnut sa steper (koračnim) motorom, ovaj se po potrebi precizno pokreće u koracima kako bi doveo magnetnu glavu na potrebnu stazu u cilju upisa ili čitanja podataka. Magnetna glava sadrži namotaj za upis/čitanje (R/W) i namotaj za brisanje zapisa (E) na disketi. Osim toga, postoji i senzor za zaštitu zapisa (ZS)



Sl. 4.3 — Raspored komponenti na štampanim pločama jedinice 1541

koji zahvaljujući specijalnom urezu na disketi sprečava brisanje i upis na disketi.

Najvažniji digitalni elektronski delovi se vide na blok-šemi jedinice disketa (sl. 4.2), to su: mikroprocesor 6502 (IK1), interfejs 6522 za vezu sa računarom (IK2), interfejs 6522 za vezu sa kontrolerom (IK3), kontroler rada motora 325572 (IK4), ROM-memorija (2×8 kB) 2364 za smeštaj disketnog operativnog sistema — DOS-a (IK5 i IK6) i RAM-memorija kapaciteta 2 kB (IK7). (U memorijskoj mapi je IK7 u opsegu $0000—07FF, IK2 u opsegu $1800—180F, IK3 u opsegu $1COO—1COF, IK5 i IK6 u opsegu $COOO—FFFF). Osim ovih nabrojanih LSI kola postoji i niz drugih elektronskih sklopova: pojačavač (IK19) i predpojačavač (IK20) signala čitanja (tzv. videopojačavač), pojačavač signala upisa, dekoder adresa (IK8), generator taktnog signala učestanosti 1MHz (IK12), reset kolo (deo kola IK15), naponski komparator (IK18), multivibrator (IK14), drajveri oba motora, kolo za kontrolu brzine pogonskog motora IK23) i dr.

Jedinica disketa poseduje dve štampane ploče — glavnu ploču i upravljačku ploču pogonskog motora. Raspored pojedinih integrisanih kola na štampanim pločama je dat na sl. 4.3. Na ovoj slici je prikazan i položaj delova izvora napajanja, kao i položaj svih konektora preko kojih su na glavnu štampanu ploču priključeni elektro-mehanički delovi: pogonski motor (konektor PS), i koračni ili steper-motor (konektor P7), oba namotaja magnetne glave (konektor P8), senzor za zaštitu zapisa (konektor P6) i crvena lampica (takođe konektor P6). Spisak svih komponenata na obe štampane ploče je dat u tabeli br. 4.2.

Jedinica disketa poseduje sopstveni stabilisani izvor napajanja potrebnih jednosmernih napona (12 V i 5 V), koji se sastoji od delova koji se nalaze na glavnoj štampanoj ploči (ispravljači CR1, CR2, dioda CR2, CR4, regulatori napona VR1, i VR2, tranzistori Q1 i Q2) i delova koji se ne nalaze na štampanoj ploči (konektor napona napajanja 220 V, prekidač, osigurač 1 A i mrežni transformator 220 V/9, 7 V i 15,5 V.

Jedinica disketa 1541 može imati identifikacioni broj ('device number') 8, 9, 10 ili 11. Njega treba po želji da odredi korisnik pomoću 2 džampera (kratkospajača) koji su vezani za 15 i 16 pin interfejsa za vezu sa računarom (IK2). Džamperi J1 i J2 se nalaze na glavnoj štampanoj ploči (sl. 4.3) i treba ih preseći ili ne preseći prema tabeli 4.1.

Tabela 4.1

Identifikacioni broj	Džamper J1	Džamper J2
8	ne seći	ne seći
9	seći	ne seći
10	ne seći	seći
11	seći	seći

Tabela 4.2

Oznaka	Komponenta na glavnoj štampanoj ploči 1541
MT	mrežni transformator 220 V/9, 7 V/15 V
P1	konektor izvora napajanja
CR1, CR3	dvostrani ispravljač KBP02 (ili 3N255)
CR2, CR4	diode 1N4002
VR1	regulator napona LM340—12 (+12 V)
VR2	regulator napona LM340—5 (+5 V)
C16	elektrolitski kondenzator 4700 μF/16 V
C17	elektrolitski kondenzator 6800 μF/25 V
Q1	tranzistor regulatora napona 2SA637D
Q2	tranzistor regulatora napona 2SC1815
P2, P3	šestopolni DIN konektor za serijsku vezu
IK1	mikroprocesor 6502A
IK2	interfejs 6522 (za vezu sa računarom)
IK3	interfejs 6522 (za vezu sa kontrolerom)
IK4	kontroler motora
IK5	ROM memorija 8kB 2364
IK6	ROM memorija 8kB 2364
IK7	RAM memorija 2kB 5116 (statička)
IK8	dekoder adresa 7442
IK9	četiri NI kola 7400
IK10	šest NE kola 7404
IK11	kristal 16MHz
IK12	tajmer-oscilator 1 MHz 74177 (74197)
IK13	brojač 74193
IK14	monostabilni multivibrator 74123
IK15	četiri isključiva ILI kola 7486
IK16	šest bafer kola 7407 (7417) za ulaz kontrolera
IK17	šest NE kola 7406 (za izlaze kontrolera)
IK18	naponski komparator UA311TC
IK19	pojačavač signala čitanja NE529N
IK20	predpojačavač signala čitanja NE529 N
IK21	šest Šmitovih okidnih (invertujućih) kola 74LS14
IK22	šest NE kola 7406
Q4, Q5	tranzistori 2SA1015 pojačavača signala za upis
Q6, Q7	tranzistori pojačavača namotaja za brisanje
Q8, Q9, Q10, Q11	tranzistori 2SC1959 drajvera koračnog motora
P4, P5	tropolni konektor
P6	15-polni konektor
P7	šestopolni konektor
P8	petopolni konektor
CL	crvena indikator lampica (LED)
SZ	senzor za zaštitu zapisa LED+fototranzistor)
M1	koračni (steper) motor AP-68
M2	pogonski motor LC-177B
MG	magnetna glava (R/W namotaj za upis/čitanje, E-namotaj za brisanje

Oznaka	Komponenta na upravljačkoj ploči 1541
IK23	kolo za regulaciju brzine M2 CX065B
Q1, Q2	tranzistor 2SC1815Y
Q3	tranzistor 2SA1015
Q4	tranzistor 2SB703A

Iz ove tabele proizlazi da, ukoliko se na novoj jedinici nijedan džamper ne preseče, ona ima identifikacioni broj 8. Zbog toga se punjenje (u računar) i memorisanje programa (na disketi) vrši pomoću instrukcija: LOAD ,ime', 8 i SAVE ,ime', 8 dok se punjenje direktorijuma vrši instrukcijom LOAD ,$', 8.

4.1.3. Saveti u vezi korišćenja disketa

a) Ukoliko crvena lampica trepće, znači da postoji greška prilikom upisa/čitanja. Pritom se poruka o grešci memoriše u RAM-memoriji jedinice diskete. Uneti sledeći program preko tastature:

```
10 OPEN 15, 8, 15
20 INPUT # 15, EN, E$, TS
30 PRINT 'ERROR', EN, E$
40 PRINT 'TRACK', T, 'SECTOR', S
50 CLOSE 15
```

Posle izvršavanja tog programa, na ekranu će se pojaviti poruka o grešci, broj staze i sektora diskete na kome se dogodilo neuspelo čitanje ili upis informacija. U tom slučaju treba ponovo pokušati sa zahtevanom operacijom.

b) Diskete ne treba savijati niti slagati na gomili. Treba ih čuvati na sobnoj temperaturi (10 do 30°C). Disketi ne treba približavati neki magnet.

c) Otvor za magnetne glave ne treba ničim dodirivati.

d) Ponekad se može od jednostrane diskete napraviti dvostrana, ako se na drugoj njenoj strani izreže otvor za zaštitu od upisa istog oblika kao na prvoj strani. Većinom se dešava da formatiranje druge strane uspe. Međutim, u jedinici disketa 1541 dvostranu disketu treba radi korišćenja druge strane okretati. Ovakvo korišćenje diskete može da omete prašina koja se pri dužem korišćenju jedne strane nakupila u jednom uglu omotača a koja se pri okretanju diskete raspe po disketi.

e) Iako se crvena lampica ugasi, treba sačekati i da potpuno prestane rad motora (koji se čuje) da bi se tek tada disketa izvadila iz jedinice disketa. U protivnom, može doći do oštećenja diskete.

4.1.4. Simptomi kvarova i njihovo otklanjanje

1. Stabilisani izvor napajanja. Ukoliko nedostaju potrebni jednosmerni naponi (12 V i 5 V), prvo ispitati mrežni prekidač (PR) i osigurač (OS), pa ako je osigurač pregoreo, zameniti ga. Ukoliko ponovo pregori, ispitati ommetrom oba greč-ispravljača (CR1 CR2) — da li imaju kratak spoj (tačka 1—4 i 2—3 konektora P1 prema sl. 4.3) i oba regulatora napona (VR1, VR2) da li imaju kratak spoj između svojih izlaza i masa. Takođe treba ispitati diode CR2 i CR4 i elektrolitske kondenzatore C1 i C4, C16 i C17 na glavnoj štampanoj ploči.

Ukoliko su ovi nabrojani delovi ispravni, izmeriti napone na sekundarima mrežnog transformatora (MT). Oni treba da iznose 9,7 V i 15,5 V

naizmeničnog napona, u protivnom ommetrom proveriti primarni i sekundarne namotaje mrežnog transformatora.

Ukoliko su svi nabrojani delovi ispravni, a i dalje nedostaju tačni jednosmerni naponi, treba detaljnije ispitati regulatore napona i pripadajuće elemente (diodu, otpornike i prigušnice).

2. **Pogonski motor.** Ukoliko se pogonski motor ne obrće ili suviše sporo obrće, potrebno je:

— ispitati ispravnost prenosnog kaiša;

— izvršiti podešavanje brzine obrtanja klizačem PB odgovarajućeg potenciometra koji se nalazi na upravljačkoj štampanoj ploči. Ispitati pripadajuće komponente (integrisano kolo IK23 i dr.);

— dovesti (instrukcijom) jedinicu u LOAD ili SAVE način rada pa logičkom sondom utvrditi nizak nivo napona na klemi 3 konektora P5. Ako se dobije visok nivo, treba posumnjati u ispravnost kontrolera IK4 merenjem nivoa na njegovom pinu 5 ili na isti pin vezanog bafer-kola (IK16). Ako se zamenom tih integrisanih kola utvrdi da su one ispravne, treba ispitati interfejs IK3. Ukoliko je nivo kleme 3 konektora P5 nizak, treba izmeriti napon kleme 2 konektora P5. Ako nije jednak 11,8 V, treba ispitati izvor stabilisanih napona. Ukoliko je ovaj napon korektan, treba ispitati pogonski motor a zatim njegove tranzistorske drajvere (Q1 — Q4) na upravljačkoj ploči pogonskog motora.

3. **Koračni (steper) motor.** Ukoliko koračni motor ne radi, potrebno je:

— ispitati ispravnost veza na konektoru P7,

— ispitati kontroler IK4 i interfejs IK3 zamenom,

— ispitati sam koračni motor i njegove tranzistorske drajvere (tranzistori Q8—Q11, NE kola — IK17, diode i otpornike) koji se nalaze na glavnoj štampanoj ploči.

4. **Upisivanje na disketu.** Ukoliko se ne vrši pravilno upisivanje na disketu, treba:

a) ispitati veze na konektoru P8,

b) izmeriti ommetrom otpornost R/W namotaja magnetne glave. Između klema 1 i 4 treba da bude oko R=15 oma a između klema 4 i 5 treba da bude 17,1 oma,

c) ispitati senzor za zaštitu zapisa (SZ).

d) ukoliko je sve pod a), b) i c) ispravno, ispitati Šmitova okidna kola IK 21 metodom zamene.

e) ukoliko je čitanje pravilno a upisivanje nemoguće, ispitati bafer kola (I16) i pojačavač upisa (tranzistore Q4, Q5 i pripadajuće komponente).

5. **Čitanje diskete.** Ukoliko se ne vrši pravilno čitanje diskete, treba:

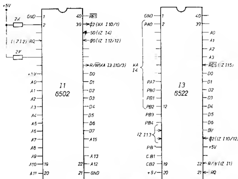
a) izmeriti otpornosti (kao u tački 4b),

b) ispitati pojačavače signala čitanja (IK19 i 20),

c) ispitati ispravnost komparatora IK18 i pripadajućih komponenti,

d) podesiti pravilnu brzinu obrtanja pogonskog motora pomoću potenciometra PB tako da se vrši pravilno čitanje prethodno upisanih informacija.

6. **Mikroprocesor.** Ukoliko se sumnja u ispravnost mikroprocesora, treba prethodno:



Sl. 4.4 — Integrisana kola 6502 i 6522

a) Ispitati logičkom sondom ispravnost reset-kola na taj način što prilikom uključivanja jedinice disketa treba na pinu 40 mikroprocesorskog čipa (IK1) da se za vrlo kratko vreme (oko 0,2 sec) pojavi nizak nivo a zatim treba da ostane visok nivo. U protivnom, ispitati reset kolo — čip IK15, sa pripadajućim elementima (na ulazni pin 4 je vezan kondenzator prema masi a paralelno otpornik i dioda prema 5 V, dok je ulazni pin 5 vezan za masu, na izlaznom pinu 6 se dobija RES signal).

b) Logičkom sondom proveriti da li u mikroprocesor stiže signal Ø0 in na pin 37 čipa IK1. U protivnom, ispitati ispravnost tajmera — generatora taktnog signala (kolo IK12 pin 12).

c) U slučaju da mikroprocesor i pored ispravnih upravljačkih signala RES i Ø0 in ne radi (na primer ne daje signal Ø2 out na pinu 39 ili sl.), treba ga zameniti.

Na sl. 4.4 je prikazan raspored izvoda integrisanih kola 6502 i 6522 s tim što naznačeni signali kola 6522 važe samo za interfejs za vezu sa kontrolerom (kolo IK3).

4.1.5. Paralelna komunikacija jedinice disketa 1541 sa računarom C-64

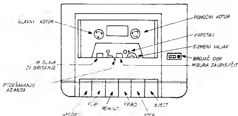
Kao što je u odeljku 4.1.2 istaknuto, serijski prenos informacija između računara i jedinice disketa je spor, 300 bajta/sec. Postoji mogućnost priključivanja jedinice 1541 na korisnički priključak u cilju ostva-

rivanja paralelnog prenosa informacija. Međutim, za to su potrebne izvesne hardverske i firmverske (u sadržaju ROM-a) izmene koje omogućavaju korišćenje operativnog sistema SPEEDDOS V2.0. Ove izmene mogu da izvrše samo korisnici koji raspolažu većim stručnim znanjem i iskustvom pa se ne preporučuje da ih vrše amateri. Opis ovih izmena je dat u Dodatku B.

4.2. KASETOFON DATASSETE 1530/1531

4.2.1. O rukovanju kasetofonom

Kasetofon za upis i čitanje informacija iz kucnog računara na standardnu audio magnetnu kasetu je specijalni kasetofon „commodore" DATASSETE 1530/1531, čijim pogonom, upisom i čitanjem upravlja kućni računar. Naponi napajanja i impulsni signali se vode preko konektora CN3 (sl. 3.5); oni su opisani u odeljku 3.7.1.



Sl. 4.5 — Izgled kasetofona 1530/1531

Na sl. 4.5 se vidi položaj tastera koji imaju sledeće funkcije:

REC — za memorisanje (upis) informacija na traci,

PLAY — za pokretanje trake i čitanje informacija sa trake, tj. za punjenje RAM-memorije računara.

REW — za brzo premotavanje trake unazad (sa desnog na levi kotur).

F.FWD — za brzo namotavanje trake unapred (sa levog na desni kotur).

STOP — za zaustavljanje trake.

EJECT — za podizanje poklopca kasetofona (u cilju stavljanja ili vađenja kasete).

Kasetofon poseduje kabl sa specijalnim konektorom-utičnicom koji treba priključiti na konektor CN3 na zadnjoj strani kućnog računara C-64. Pri tome treba paziti da je prilikom priključivanja kasetofona is-

ključen napon napajanja kućnog računara jer, u protivnom, može doći do kvara računara.

Na sl. 4.5 se vide magnetne glave za upis (čitanje R/W) i brisanje (E). Pošto magnetna traka ostavlja na magnetnim glavama magnetne čestice, potrebno je povremeno ih čistiti, pomoću vate natopljene alkoholom. Na slici se vidi i rupica za podešavanje azimuta magnetne glave što je opisano u sledećem odeljku.

Najbolje je upotrebljavati računarske kasete C12 i C15. Upotreba audio-kasete C30 je na granici dozvoljenog a kasete još dužeg trajanja ne treba koristiti. Upisivanje ne treba vršiti od početka trake već kada plastični vodeći deo trake pređe magnetne glave.

Opširnije o radu sa kasetofonom čitalac može naći u uputstvu za rukovanje kasetofonom 1530/1531.

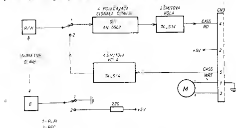
4.2.2. Mogući kvarovi i njihovo otklanjanje

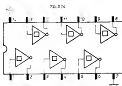
Ukoliko se ne može upisati program (pomoću instrukcije SAVE) na magnetnu kasetu, prvo treba posumnjati u ispravnost same kasete i pokušati upis na drugu kasetu. Zatim treba pokušati sa promenom azimuta magnetne glave kasetofona pomoću laganog okretanja odgovarajućeg zavrtnja na kasetofonu i to najviše za 180° u jednom smeru ili drugom smeru (tim pre ako je kasetofon dobro radio pre kvara). Ukoliko se ne postigne željeni efekat (tj. zadovoljavajuće upisivanje), vratiti zavrtanj u položaj u kome se nalazio pre našeg pokušaja podešavanja a zatim (uz pomoć šeme na sl. 4.6) ispitati da li kućni računar šalje potreban signal za upis na kasetofonu. Zato treba ispitati veze (kontakte) na konektoru CN3 (klema E, 5) a zatim logičkom sondom ustanoviti postojanje povorke impulsa (tj. impulsnog signala CASS WRT) na pinu 26 mikroprocesora (kola I7) posle unete instrukcije SAVE. Ukoliko taj signal ne postoji, treba zameniti mikroprocesorski čip. Ako na klemi 5 konektora CN3 postoji impulsni signal CASS WRT, u kasetofonu ispitati grupu od 4 Šmitova kola (tipa 74LS14) za upis (sl. 4.6), konektor magnetnih glava i najzad same magnetne glave (R/W — za upis i čitanje i E — za brisanje).

Ako je upis na kasetu moguć, ali je nemoguće čitanje kasete, tj. punjenje programa u internu memoriju računara pomoću instrukcije LOAD, treba prvo ispitati vezu na klemi D,4 konektora CN3; zatim, pomoću logičke sonde ustanoviti postojanje impulsnog signala CASS RD na pinu 24 adaptera CIA1 (kolo I1) posle unete instrukcije LOAD. Ukoliko signal CASS RD postoji a nema punjenja programa, ispitati adapter CIA1 zamenom (ukoliko nemamo rezervni čip može se pažljivo izvaditi čip I2 i staviti na mesto čipa I1). Ukoliko, pak, ne postoji signal CASS RD ni na klemi 4 konektora CN3, znači da kasetofon nije ispravan. Treba ispitati grupu pojačavača signala čitanja (sl. 4.6) i dva izlazna Šmitova kola.

Ako se motor kasetofona ne pokrene po pritisku na tastere ‚play' ili ‚record' kasetofona, prvo treba proveriti veze konektora CN3 i napon napajanja VCASS a zatim ispitati napone na pinovima mikroprocesora (kola I7) kada se uključi ‚play' ili ‚record'; tada treba na pinu 25 da napon padne od 5 V na oko 0 V a na pinu 24 od 3 V na 0.1 V. Ako se

naponi ne menjaju, zameniti mikroprocesor, a ukoliko naponi imaju navedene vrednosti, treba ispitati drajver motora — tranzistore Q1 — Q3 i pripadajuće komponente. Za vreme upisa ili čitanja informacija sa magnetne kasete (uz pokretanje trake), napon na izlazu iz drajvera, tj. na klemi konektora N3, treba da iznosi oko 6.5 V. Ukoliko se motor ne pokreće, treba ga ispitati.





Sl. 46 — Blok-šema kasetofona 1530/1531 (a) i kolo 74LS14 (b)

U nedostatku specijalnog kasetofona 1530/1531 može se izuzetno koristiti i običan audiokasetofon, ali između njega i računara treba umetnuti određeni interfejs [25].

4.3. SERIJSKI MATRIČNI ŠTAMPAČ MPS-801 (802 I 803)

4.3.1. Karakteristike štampača i saveti za njegovo korišćenje

Kao što je već istaknuto, za kućni računar C 64 izrađeni su specijalni serijski štampači koji se preko 6-žilnog DIN-kabla priključuju na serijski

priključak (IEC) računara C-64 (na njegov konektor CN4) sa kojim su hardverski i softverski kompatibilni i, kao i računar C-64, koriste tzv. PETASCII kôd. U lančanoj vezi je moguće istovremeno priključiti i više štampača ili štampač i jedinicu disketa.

Serijski matrični štampač MPS 801 (802 i 803) može da štampa velika i mala slova, brojeve i PET grafičke karaktere računara C-64. Osim toga, u grafičkom načinu rada mogu se štampati nestandardni karakteri (na primer slova ćirilice i dr.), za koje treba uneti u računar određeni potprogram. Zahvaljujući sopstvenom mikroračunaru, štampač poseduje niz mogućnosti, a kvalitet štampanja mu je zadovoljavajući, naročito ako se uzme u obzir relativno pristupačna cena u odnosu na druge štampače. Brzina štampanja kod štampača tipa 801 je 50 znakova/sec (kod 802 i 803 je 60 znakova/sec uz dvosmerno štampanje), a maksimalni broj štampanih znakova u jednom redu je 80. Svi karakteri se prikazuju pomoću matrice od 6×7 tačaka (kod 802 je 8×8 tačaka) s tim što su normalne dimenzije karaktera 2,53×2,82 mm² a postoji mogućnost štampanja razvučenih karaktera (dvostruke širine). Štampanje se vrši na perforiranom papiru najviše do 2 kopije (kod tipa 802/3 3 kopije s tim što se može koristiti i običan, neperforiran papir). Štampani karakteri su crne boje ali postoji mogućnost štampanja i belih karaktera na crnoj podlozi.

Detaljnije o korišćenju štampača MPS 801 (802 i 803) se može naći u originalnom (ili prevedenom) priručniku za upotrebu štampača — MPS-801 (dot matrix printer) USER'S MANUAL. Ovde izdvajamo samo nekoliko važnih saveta koji će omogućiti korisniku da poveća pouzdanost (a time i raspoloživost) svog serijskog štampača.

— Prvo povežite kablom štampač sa računarom, zatim uključite štampač i na kraju uključite i računar.

— Kad ste štampač isključili, pričekajte najmanje dve sekunde pre ponovonog uključivanja, jer inače početni programi neće ispravno raditi.

— Nikada ne izlažite štampač direktnim sunčanim zracima.

— Štampač nikada ne smete uključiti kad uključujete, odnosno isključujete priključni gajtan.

— Nikada ne isključujte štampač dok se glava za štampanje još pomera.

— Nikada ne pomičite glavu za štampanje rukom, ni u uključenom ni u isključenom stanju.

— Za vreme štampanja nikada ne pokušavajte ometati kretanja glave za štampanje.

— Nikada ne štampajte bez papira ili bez ribon-trake jer bi to moglo oštetiti glavu za štampanje.

— Ako bi u štampač pao neki tuđ predmet, štampač odmah isključite i ovaj predmet izvucite.

— Štampač ne izlažite temperaturama ispod 5 C ili pak iznad 40 C ili iznenadnim promenama temperature.

— Ako štampate u grafičkom načinu rada sa visokom gustinom tačaka, tada postoji veliko naprezanje glave za štampanje. Životni vek glave za štampanje se time može smanjiti.

— Izvucite mrežni utikač iz mrežne utičnice pre otvaranja kutije štampača.

4.3.2. Glavni delovi serijskog štampača

Serijski matrični štampač MPS 801 se sastoji od sledećih delova: kutije štampača, sopstvenog izvora stabilisanih napona, mehanizma za pokretanje papira, mehanizma za kretanje nosača (keridža), nosača sa glavom za štampanje, štampane ploče (sa integrisanim kolima, konektorima i disketnim komponentama), ručice za izbor jačine štampe, mrežnog konektora i prekidača, preklopnika (DP) i dr.

Izvor stabilisanih napona (ili izvor napajanja) sadrži sledeće delove: mrežni transformator (MT), kontrolnu lampicu, dva osigurača OS1 (160 mA) i OS2 (1,6 A), dva ispravljača u mostnoj vezi (G1 i G2), dva regulatora napona (VR1 i VR2), konektor CN6 i ostale (pasivne) komponente (elektrolitske kondenzatore C1 i C2 i dr.). Zadatak izvora napajanja je da obezbedi na svojim izlaznim krajevima stabilne jednosmerne napone +5 i +12 za napajanje integrisanih elektronskih kola za upravljanje radom štampača. Elektronski delovi izvora napajanja se nalaze na štampanoj ploči a mrežni transformator sa ostalim delovima njegovog primarnog kola (OS1, mrežni prekidač i konektor i kontrolne lampice) se nalaze u levom delu kutije štampača.

Mehanizam za pokretanje papira se sastoji od: levog i desnog (aksijalno pokretnog radi prilagođenja širini papira) transportera, koračnog (steper) motora za pokretanje papira (SMP), senzora novog reda (SNR), tastera za 1 novi red i ručice za ručno pokretanje papira.

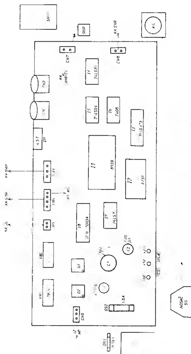
Mehanizam za kretanje nosača glave se sastoji od: koračnog (steper) motora za pokretanje nosača (SMN), elektromagnetne kočnice (clutch) KČ za vraćanje nosača na početak novog reda, senzora položaja nosača i spregnutih zupčanika sa kaišicem za pretvaranje obrtnog kretanja motora u linearno kretanje nosača.

Glava za štampanje SG se sastoji od iglica-čekića (hammer) sa njihovim elektromagnetima i kasete sa ribon-trakom i mastionicom. Karakteri se prikazuju raznim kombinacijama tačaka raspoređenih u jednoj matrici za svaki karakter.

Tropoložajni preklopnik DP se nalazi na zadnjoj strani štampača, služi za izbor identifikacionog broja štampača (br. 4 ili 5) ili uključivanje (samo) dijagnostičkog testa (položaj T) kada štampač samostalno (bez veze sa računarom) odštampa na papiru sve standardne PETASCII karaktere.

Izgled ploče sa štampanim vezama (tzv. štampane ploče) je dat na sl. 47. Na njoj se vide: osim elektronskih delova izvora napajanja (61, 62, VR1, VR2 i dr.), svi konektori i integrisana kola (čipovi) koja služe za upravljanje radom štampača.

U središtu štampane ploče se nalazi mikroračunar u jednom čipu (kolo 11), tipa 8039 — Intel (kod 802 je 6504) koji obavlja više zadataka: generiše taktni impulsni signal, upravlja radom oba koračna motora, prihvata ulazne podatke za štampanje, privremeno ih pamti u PETASCII kodu, pa ih šalje u generator znakova. Sve ove funkcije mikroračunar obavlja zahvaljujući činjenici što poseduje sledeće delove: 8-bitni mikroprocesor, RAM-memoriju kapaciteta 128B, oscilator taktnog signala, intervalni tajmer i 27 U/I vodova za vezu sa ostalim integrisanim kolima. Mikroračunar je izrađen u HMOS-E tehnologiji a napaja se samo naponom od +5 V.



Sl. 47 — Izgled štampane ploče štampača MPS 801

Generator znakova je smešten u EPROM-memoriji (kolo I2 tipa 2732) kapaciteta 4 kB. Generator znakova uz pomoć mikroračunara vrši pretvaranje svih pristiglih znakova (za štampanje) jednog reda iz PETASCII koda u odgovarajući matrični oblik (dot matrix pattern) znako va. Kada je štampač u načinu rada (samo)dijagnostičkog testa štampanja, znaci za štampanje se takođe dobijaju iz generatora znakova. Osim toga u integrisanom kolu EPROM-a je smešten i program za upravljanje radom mikroračunara (kolo I1).

Drajveri za napajanje (relativno jačom strujom) oba koračna motora i elektromagneta glave za štampanje i kočnice nalaze se u integrisanom kolu I8 (tipa 2003A) koje sadrži više tranzistorskih strujnih pojačavača (svaki ima po 2 tranzistora u Darlingtonovoj vezi).

4.3.3. Mogući kvarovi i njihovo otklanjanje

Simptomi pojedinih kvarova štampača, verovatni uzroci kvarova i njihovo otklanjanje su tabelarno prikazani u sledećoj tabeli:

Tabela 4.3

Simptom	Uzrok — šta treba uraditi
1. Ne svetli kontrolna lampica napajanja. Štampač kao da nije ni uključen	— neispravan neki deo primarnog kola M1: ispitati mrežni konektor i prekidač OS1, MT i sve veze
1a. Nedostaje jedan ili oba jednosmerna napona	— neispravan neki deo u stabilizatoru napona: ispitati OS2, izmeriti napone u test tačkama
2. Štampač loše štampa	— ribon-traka loše postavljena: namestiti je — nestala tečnost za štampanje: zameniti mastionicu
2a. Odštampani znaci su razmazani	— promeniti položaj ručice za izbor jačine štampe
3. Dijagnostički test je uspešan, ali se podaci iz računara ne štampaju. Na ekranu piše: DEVICE NOT PRESENT	— prekid veze računar-štampač: ispitati kabl i konektore na oba njegova kraja; ispitati položaj prekidača DP
4. Štampanje uopšte nije moguće	— elektromagnet glave SG u prekidu: ommetrom ga ispitati i po potrebi zameniti — neispravan EPROM (I2): zameniti ga
5. Papir se ne kreće (nosač glave se kreće)	— papir se zaglavio: izvući papir — prekid veze u CN4: ispitati je — motor SMP u kvaru: ispitati ga
6. Nosač glave se ne kreće (papir se kreće)	— prekid veze u CN3: ispitati je — motor SMN u kvaru: ispitati ga
7. Papir i nosač se ne pokreću iako je izvor napajanja ispravan	— neispravan drajver (I8): zameniti ga — neispravan mikroračunar: zameniti ga

4.4. OSTALE PERIFERNE JEDINICE

4.4.1. Ploter 1520

Ploter 1520 je koordinatni crtač sa obrtnim valjkom koji je kompatibilan (hardverski i softverski) sa kućnim računarima COMMODORE. Priključuje se na serijski izlaz (IEC) kućnog računara C-64, na koji se istovremeno sa ploterom u lančanoj vezi mogu da priključe serijski štampač i/ili jedinica disketa. Komande za rad sa ploterom (OPEN, PRINT i dr.) slične su komandama za rad sa serijskim štampačem s tim što je identifikacioni broj (device number) plotera 6.

Ploter može da crta u četiri boje — crvenoj, plavoj, zelenoj i crnoj. Pero (floumaster) za crtanje se kreće levo-desno tako što je korak pomeranja pera 0,2 mm. Širina papira iznosi 144 mm.

Ploter može da radi i kao štampač, s tim što je brzina štampanja samo 12 znaka/sec. a set raspoloživih znakova iznosi 96 znakova u četiri različite veličine. Ploter svaki znak iscrtava. Moguće je štampanje ne samo horizontalnih redova (sa najmanjim setom 80 znakova u redu) već i vertikalnih kolona, tj. odozgo na dole.

Da bi ploter mogao da prihvati programe za štampanje u kojima je identifikacioni broj 4 (kao za štampač), kao i komandu Simon's bejzika HRDCPY (za štampanje sadržaja ekrana u niskoj rezoluciji), može se na vezama štampane ploče plotera 1520 izvršiti jedna mala hardverska prepravka — premošćenje [26]. Na taj način identifikacioni broj plotera postaje 4.

Opširnije o ploteru 1520 čitalac može naći u odgovarajućem uputstvu za njegovo korišćenje.

4.4.2. Palice za igru (joystick)

Kućni računar C-64 ima dva posebna upravljačka konektora-utičnice (tzv. control port-a) CN8 i CN9, na koji se bez ikakvog interfejsa mogu priključiti dve digitalne palice za igru (joystick). Uslov za priključivanje je da palica za igru poseduje devetopolni konektor-utikač „atari". Palica br. 1 se priključuje u konektor CN9, a palica br. 2 u konektor CN8 kućnog računara (v. dodatak A).

Na sl. 3.9 se može videti kako su kleme upravljačkog konektora CN8 (JOY B0 — JOY B3) vezane za izvode programirajućeg interfejs-adaptera CIA1 PA0-PA3, dok su kleme upravljačkog konektora CN9 (JOY A0 — JOY A3) vezane za izvode PB0-PB3. Navedeni izvodi se pomoću programa za igru sa palicama (ili samo jednom palicom) određuju da budu ulazni priključci. Pri tome se odgovarajući aktivni signali javljaju prilikom pokretanja palice, što je dato u tabeli 4.4.

Tabela 4.4

Položaj palice	Palica 1 signal	Palica 1 pin CIA1	Palica 2 signal	Palica 2 pin CIA1
Gore	JOYA0	10	JOYB0	2
Dole	JOYA1	11	JOYB1	3
Levo	JOYA2	12	JOYB2	4
Desno	JOYA3	13	JOYB3	5
Pritisnut okidač	BTNA LP	14	BTNB	6

Sa sl. 3.9 se vidi da je za navedene izvode adaptera CIA1 preko konektora CN1 vezana i tastatura kućnog računara.

Digitalne palice za igru imaju i okidače (tastere) koji se vezuju na klemu 6 upravljačkog konektora. Uključen okidač proizvodi aktivan signal BTNA koji se vodi na izvod PB4 ako se radi o palici br. 1. Na klemu 6 konektora CN9 može se priključiti i svetlosno pero (signal LP) za rad sa ekranom. Ovaj signal LP se iz upravljačkog konektora vodi direktno u videokontroler VIC.

Osim digitalnih, postoje i analogne palice koje mogu imati po dva potenciometra X i Y. Analogna palica A se priključuje na konektor CN9, a B na konektor CN8. Elektronski preklopnik (kolo I28) automatski bira odgovarajuće analogne signale A ili B koji se u paru (X i Y) prosleđuju ka generatoru zvuka SID (kolo I18) u njegov A/D konvertor.

Ispitivanje ispravnosti palice za igru se vrši na sledeći način: ukoliko neka palica za igru ne proizvodi očekivane efekte, treba ispitati da li je kvar u palici ili prekid neke veze utikač-utičnica u konektoru, ili je, pak, neispravan interfejs-adapter CIA1. Prilikom pokretanja palica u razne položaje (signali dati u tabeli 4.4), treba da se menjaju naponi (od 0 V do 5 V) na odgovarajućim izvodima adaptera CIA1. Ako se neki od napona na odgovarajućim izvodima ne menja prilikom kretanja palice, treba proveriti funkciju kontakata u palici. Ukoliko je sve ovo u redu ali se pokretanjem palice ipak ne postižu potrebni efekti, treba posumnjati na ispravnost adaptera CIA1 koga treba zameniti (ako nemamo rezervni adapter, može se u cilju ispitivanja koristiti i adapter CIA2) koji treba (razume se pri isključenom kućnom računaru) pažljivo izvaditi iz njegovog podnožja i staviti u podnožje adaptera CIA1. Ako trenutno nemamo program (ili kasetofon) za neku igru koja koristi palice, može se preko tastature uneti u internu memoriju sledeći program:

```
10 P1 = PEEK (56320)
20 P2 = PEEK (56321)
30 PRINT P1, P2
40 FOR T = 1 TO 20 : NEXT T
50 GOTO 10
RUN
```

Na ekranu treba da se prikazu sadržaji U/I registra adaptera CIA1 prema tabeli.

Tabela 4.5

Položaj	Palica 1	Palica 2
Centar	255	127
Gore	254	126
Dole	253	125
Levo	251	123
Desno	247	119
Pritisnut okidač	239	111

Glavni delovi palice su drška i postolje sa kontaktima za detekciju pojedinih položaja.
Prilikom pokretanja drške u razne položaje jedan plastični prsten u postolju svojim nožicama pritiska opruge koje u svakom položaju drške ostvaruju određen kontakt koji, pak, omogućava poseban aktivan signal prema tabeli 4.4.
Dešava se da usled grubog rukovanja, palica za igru više ne ostvaruje potrebne kontakte. Najčešći uzrok takvog kvara je lomljenje plastičnog prstena koji treba zameniti. U nedostatku originalnog prstena, može se izrezati novi tanak plastični prsten istog prečnika i zalepiti ga sa gornje strane polomljenog prstena a zatim tako spojene prstenove montirati u palicu.

4.4.3. Video-monitor. Kolor video-monitor 1701

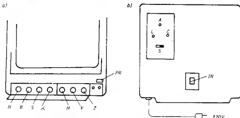
Ukoliko je potrebno imati kvalitetniju sliku visoke rezolucije koja manje zamara oči, tada umesto televizijskog prijemnika treba koristiti video-monitor — to je izlazna jedinica koja se direktno bez UHF-modulatora kablom priključuje na audio/video izlaz kućnog računara. Ne kiput se umesto monitora može koristiti VIDEO ulaz TV prijemnika, ali samo pod uslovom da takav prijemnik ima VIDEO ulaz i poseduje mrežni transformator, tj. nema tzv. „vruću šasiju" pod naponom.
Monitori mogu biti u boji ili crno-beli. Crno-beli monitori su jevtiniji i imaju višu rezoluciju, tj. bolji kvalitet slike jer je za svaku tačku ekrana dovoljan jedan delić fosfora, dok je za obojenu tačku potrebno tri delića fosfora. Monitori u boji obično mogu imati dva načina rada: rad sa RGB ulazom i rad sa originalnim kompozitnim video signalom iz kućnog računara.
Kućni računari koji nemaju RGB izlaz ne mogu da koriste RGB ulaz monitora koji omogućava visok kvalitet slike. Kućni računar C—64 nema RGB izlaz već samo izlaz kompozitnog video-signala (konektor CN5). Međutim, za računar C-64 postoji specijalni monitor 1701 čiji je kvalitet slike (zabavljajući višoj rezoluciji) bolji nego kod ostalih monitora koji rade sa kompozitnim video-signalom.
Kolor video-monitor 1701 radi sa kompozitnim video-signalom PAL televizijskog sistema. Poseduje ekran širine 33 cm i zvučnik snage 1,2 W. Monitor 1701 ima i druge primene osim rada sa kućnim računarom. Kada radi kao izlazna jedinica kućnog računara C-64, potrebno je specijalni monitorski kabl jednim krajem priključiti na audio/video konektor (CN5) računara, a drugi kraj — koji ima tri kraka sa tri konektora — priključiti na konektore sa zadnje strane monitora, i to: beli krak na AUDIO ulaz, žuti krak na LUMA ulaz i crveni krak na CHROMA ulaz. Osim toga, selektor-preklopnik S na zadnjoj strani monitora treba prebaciti u položaj REAR (sl. 4.8).
Željene osobine slike (nijansa i zasićenost boje, sjajnost i kontrast) na ekranu i jačina zvuka se podešavaju okretanjem odgovarajućih dugmeta koja se nalaze na prednjoj strani monitora ispod zajedničkog poklopca koji treba povući na dole (sl. 4.8).
Prilikom korišćenja video-monitora, treba paziti na sledeće:

1. Ne stavljati video-monitor u orman, regal ili druga mesta koja ne omogućavaju dovoljnu cirkulaciju vazduha. Takođe ne stavljati video-monitor u blizini izvora toplote kao ni u blizini magnetnih polja (od motora i dr.).

2. Ne pokrivati otvore za ventilaciju na kutiji video-monitora.

3. Video-monitor uključiti pre uključivanja kućnog računara.

4. Prilikom isključivanja prvo isključiti kućni računar pa video-monitor.



Sl. 4.8 — *Priključci i dugmeta za podešavanje video-monitora*

5. Za vreme čišćenja ekrana (poluvlažnom tkaninom) izvući mrežni kabl iz zidne utičnice (ili razvodne kutije).

6. Takođe i za vreme grmljavine ili neke druge elementarne nepogode izvući mrežni kabl iz zidne utičnice.

7. Ukoliko se uključen video-monitor ponaša kao da uopšte nije uključen treba izvaditi kabl iz zidne utičnice i ispitati njegov utikač. Takođe proveriti da li je preklopnik za izbor napona (220 V/240 V) na zadnjoj strani monitora u položaju 220V i da li je mrežni osigurač ispravan.

8. Ukoliko je sve iz tačke 7 u redu a video-monitor se i pored eventualnih (opisanih) podešavanja ipak neuobičajeno ponaša, tj. očigledno je da je neispravan, treba ga odneti u ovlašćeni servis za opravku. Neovlašćene — nestručne opravke mogu biti (zbog postojanja vrlo visokog napona u video-monitoru) opasne po život!

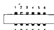
4.4.4. Svetlosno pero

Kao što je već rečeno, svetlosno pero se priključuje na klemu 6 konektora CN9. Odatle se aktivan signal LP (light pen) vodi direktno u video-kontroler (kolo I19, pin 9). Postoje programi koji omogućavaju da se svetlosnim perom na ekranu kućnog računara C-64 slobodno crta, uz bojenje pojedinih delova crteža i dr. Primena svetlosnog pera je opisana u referencama [16, 27].

DODATAK A — PRIKLJUČCI C-64

PRIKLJUČAK ZA KASETOFON

	CN3
A 1	GND
B 2	+5V
C 3	CASSETTE MOTOR
D 4	CASSETTE READ
E 5	CASSETTE WRITE
F 6	CASSETTE SENSE



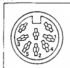
SERIJSKI PRIKLJUČAK

	CN4
	SERIAL SRQIN
2	GND
3	SERIAL ATN IN/OUT
4	SERIAL CLK IN/OUT
5	SERIAL DATA IN/OUT
6	RESET



AUDIO/VIDEO PRIKLJUČAK

	CN5
1	LUM/SYNC
2	GND
3	AUDIO OUT
4	VIDEO OUT
5	AUDIO IN



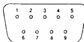
UPRAVLJAČKI PRIKLJUČCI

BR 1

	CN9
1	JOYA0
2	JOYA1
3	JOYA2
4	JOYA3
5	POT AY
6	BUTTON A LP
7	+5V
8	GND
9	POT AX

BR 2

	CN8
1	JOYB0
2	JOYB1
3	JOYB2
4	JOYB3
5	POT BY
6	BUTTON B
7	+5V
8	GND
9	POT BX



	CN6
1	GND
2	+5V
3	+5V
4	IRQ
5	R/W
6	Dot Clock
7	I/O 1
8	GAME
9	EXROM
10	I/O 2
11	ROML
12	BA
13	DMA
14	D7
15	D6
16	D5
17	D4
18	D3
19	D2
20	D1
21	D0
22	GND

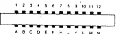
	CN6
A	GND
B	ROMH
C	RESET
D	NMI
E	S 02
F	A15
H	A14
J	A13
K	A12
L	A11
M	A10
N	A9
P	A8
R	A7
S	A6
T	A5
U	A4
V	A3
W	A2
X	A1
Y	A0
Z	GND



PRIKLJUČAK ZA SPOLJNI ROM

	CN2
1	GND
2	+5V
3	RESET
4	CNT1
5	SP1
6	CNT2
7	SP2
8	PC2
9	SER. ATN IN
10	9 VAC
11	9 VAC
12	GND
A	GND
B	FLAG2
C	PB0
D	PB1
E	PB2
F	PB3
H	PB4
J	PB5
K	PB6
L	PB7
M	PA2
N	GND

KORISNIKOV PRIKLJUČAK



DODATAK B — SPEEDDOS V2-0

Speeddos V2-0 je poboljšana verzija popularnog operativnog sistema za računar commodore 64 čija je osnovna karakteristika:

— Velika brzina komunikacije disk-računar
— Dodatne komande
— Paralelni izlaz na printer (centronics)

Speeddos je u osnovi hardverski dodatak za commodore 64 i disk draiv 1541 koji menja postojeći operativni sistem i pri tome zadržava potpunu kompatibilnost sa starim DOS sistemom tako da „prolaze" svi programi koji su pisani za standardni DOS i koriste normalnu „jump" tabelu kernala. Speeddos omogućuje veliku brzinu prenosa podataka između diska i računara, pre svega zahvaljujući paralelnom sistemu prenosa podataka. Povećanu brzinu prenosa podataka omogućava i bolje urađen operativni sistem koji je skratio neke preduga čke i spore rutine standardnog DOS-a. Paralelan pristup računara ka disku, omogućen je dodatnim kablom koji se spaja na USER port računara i na VIA-u 6522 (IK-3) u disku 1541. Da bi paralelan sistem prenosa bio mogućan, potrebno je bilo promeniti i operativne sisteme diska i commodore-a. Pošto se već išlo na promenu operativnog sistema, izvršena je ispravka nekih bagova i dodate su neke nove naredbe. Velika prednost Speeddos a V2-0 je što podržava paralelan pristup štampaču preko USER porta i oslobađa nas muke oko nabavke skupih i sporih serijskih interfejsa za printere (EPSON, STAR GEMINI itd....). Izmena operativnog sistema izvodi se tako što se menja KERNAL u računaru i ROM (IK-5) u disku. Da bi bolje sagledali karakteristike speeddos-a V2-0, dat je uporedni pregled brzina prenosa podataka između diska i računara u normalnom sistemu i sa speeddos-om.

Operacija	1541 normal	Speeddos V2-0
LOAD 202 bloka	2 min 11 sec	16 sec
SAVE 202 bloka	2 min 25 sec	1 min 41 sec
FORMATIRANJE	1 min 22 sec	23 sec

Pored velike brzine u komunikaciji sa diskom, speeddos omogućava i korišćenje nekih novih komandi:

@ — komande ka disku (s0:, n0:, r0:, itd)
@8 — uključivanje drajva broj 8
@9 — uključivanje drajva broj 9
@ — raport kanala greške (drajv)
F1 — LIST-a BASIC programa
F3 — RUN programa
F5 — LOAD (prvi program sa diska)
F7 — DIRECTORY (listanje kataloga sa diska bez uništavanja BASIC programa
F2 — MONITOR
F4 — povratak BASIC programa posle resetovanja računara
F6 — SAVE „naziv" (nije potrebno ,8')
F8 — raport kanala greške
SHIFT-RUNSTOP — automatsko učitavanje i startovanje prvog programa sa diska

MONITOR (F2) komande:

M xxxx — prikaz polja memorije od xxxx (HEX u HEX-u i ASCII.
+ — brzo pretraživanje memorije
— — — II —
F5 — sporo pretraživanje memorije
F7 — — II —
L — load
S — save
G xxxx — startovanje mašinskog programa od $xxxx
@ (komanda) — disk komanda
H xxxx — preračunavanje HEX-a u dekadni broj
CLR HOME — isto kao M 0000
X — izlaz iz monitora

Pored gore navedenih komandi, izvršeno je i proširenje BASIC-a tako da prihvata pored uobičajenih dekadnih brojeva i brojeve u heksadekadnom, binarnom ili oktalnom obliku. Na primer:

A = $C000 A = 49152
B = %10000001 B = 129
C = &10 C = 8

Pored bagova vezanih za brzinu prenosa podataka, speeddos V2-0 ispravlja najveći bag DOS operativnog sistema commodore-a, a to je naredba operativnom sistemu diska da postojeći program zameni novim programom pod istim imenom (@0:).

Speeddos se isporučuje u više varijanti u zavisnosti od potreba korisnika.

Speeddos V2-0 A
1. kabl za povezivanje USER porta i diska
2. podnožje za 6522 povezano sa kablom
3. dva prilagodna podnožja za eprome

Dva EPROM-a sa operativnim sistemom.

Speeddos V2-0 AP

Isto kao i speeddos V2-0 A, samo još sa dodatnim kablom i centronics priključkom za printer.

Speeddos V2-0 B (BP)

Isto kao i speeddos V2-0 A (AP) sa preklopnikom za vraćanje na stari operativni sistem (KERNAL) za one koji, pored diska, koriste kasetofon jer ga speeddos V2-0 ne podržava.

Montaža Speeddos-a je veoma jednostavna, ali ipak pretpostavlja izvesno poznavanje elektronike tako da je najbolje obratiti se nekom servisu za pomoć. Ako se ipak odlučite da sami izvršite ugradnju speeddos-a u svoj računar i draiv, evo šta treba uraditi:

1. Izvaditi KERNAL (I4) iz računara i na njegovo mesto zalemiti podnožje, ako već nije ugrađeno. U ovo podnožje postaviti prilagodno podnožje koje dobijate sa speeddos-om a u njega postavite EPROM sa novim KERNAL-om.

2. Izvaditi ROM (1K5) iz diska na njegovo mesto postaviti prilagodno podnožje sa novim operativnim sistemom diska u EPROM-u.

3. Izvaditi integralno kolo 6522 (IK3) iz diska, na njegovo mesto postaviti podnožje sa kablom a u to podnožje ponovo vratiti isto kolo 6522.

4. Kabel priključiti na USER port commodore-a i pritisnuti SHIFT i RANSTOP zajedno. Disk bi tada trebalo da započne sa učitavanjem prvog programa sa diska a na ekranu treba da se pojavi:

SEARCHING FOR

LOADING FROM $ (početak programa) TO $ (kraj programa)

READY

Ovo je znak da je sve priključeno kako treba. Ako se ne pojavi FROM $ ... TO$ ..., onda je to znak da nešto nije kako treba i da je operativni sistem koristio standardni sistem prenosa podataka preko serijske veze.

Napomena! Kabel za serijski prenos od diska do računara ostaje i dalje priključen.

LITERATURA

[1] D. Pantić — J. Pešić: Primena digitalnih integrisanih kola, Tehnička knjiga, Beograd, 1984.

[2] D. Stajić: Sredstva za obradu podataka, Naučna knjiga, Beograd, 1985.

[3] A. Brumnić: Uvod u računarske komunikacije i mreže, Naučna knjiga, Beograd, 1985.

[4] Z. Saletić: Mikroračunarski sistemi, Svjetlost, Sarajevo, 1982.

[5] A. Židan, B. Milobar: Spojevi sa tranzistorima, Tehnička knjiga, Zagreb, 1984.

[6] V. Antonić: Samogradnja računara, »Galaksija u stripu« i drugi članci, Računari br. 1, st. 55—64.

[7] V. Janković, D. Tanaskoski, N. Ćiklović: SPEKTRUM priručnik, Mikro knjiga, Beograd, 1985.

[8] B. Pasarić: ZX Spectrum — uvod u rad i programiranje, Narodna tehnika SRH, Zagreb, 1985.

[9] A. Dickens: Spectrum hardware manual, Melbourne House Publishers, 1983.

[10] M. Tisnikar: Kako očistiti štampač ZX, Moj mikro, febr. 1985, st. 32.

[11] T. Stanovnik, P. Levart: Centroniks interfejs za Spectrum, Moj mikro 4/1985.

[12] M. Urošević, I. Gerenčir: Povezujemo Spektrum i VC 1541, Moj mikro br. 5, 6 i 7/1986.

[13] Š. Kirn, K. Svetek, D. Vihčić: Simtonosna dijagnostika, Računar br. 12, st. 60.

[14] N. Spalević, V. Ilijevski: Palice za igru, RAČUNARI br. 9/1985, st. 18.

[15] D. Jovanović: ZX modem, Svet kompjutera, 2/86, st. 26.

[16] Commodore 64 Programmer's Reference Guide, Commodore Computers, West Chester, 1984.

[17] D. Tanaskoski, S. Milinković, V. Janković: Commodore za sva vremena, Mikroknjiga, Beograd, 1986.

[18] Z. Vistrička, D. Žunić: Commodore 64 — Uvod u rad i programiranje, Narodna tehnika SR Hrvatske, Zagreb, 1985.

[19] D. Jovanović: Commodore Eprom programator, Svet kompjutera 5 i 6/1986.

[20] Z. Životić: Programi iz ROM-a, Računari br. 10, st. 48.

[21] S. Mavrič: Operativni sistem CP/M za Commodore 64, Moj mikro 2 i 3/1985.

[22] D. Dimon: RS232, Svet kompjutera br. 8/85, st. 43.

[23] Z. Životić: »Komodor« u mreži, Računari br. 11, st. 41.

[24] N. Simić: Interfejs RS232C, Moj mikro 1/1985, st. 50.

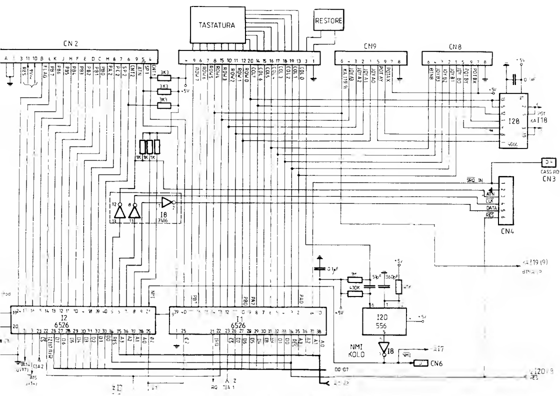
[25] M. Klinar: Priključenje računara Komodor 64 na običan kasetofon, Moj mikro 1/1985, st. 48.

[26] S. Mišić: Od plotera printer, Svet kompjutera 7/85, st. 46.

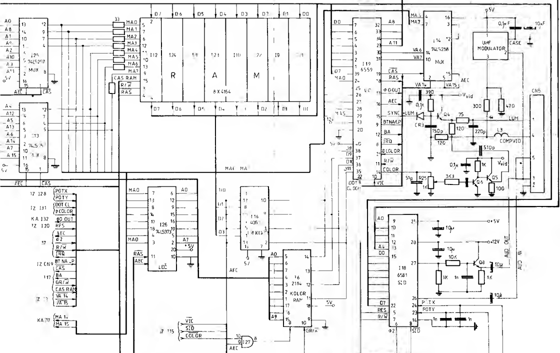
[27] V. Ilijevski, N. Spalević: Svetlosna olovka, RAČUNARI 7, st. 17.

Za izdavača: Sava Radović, direktor
Izdavač: NIP „Tehnička knjiga", Beograd, Vojvode Stepe 89
Grafički urednik: Tomislav Radunić
Naslovna strana: Zoran Branković
Korektor: Mirjana Aćimović
Štamparija: GIP „Slobodan Jović", Beograd, Stojana Protića 52
III izdanje 1990
Tiraž: 2000 primeraka

Oslobođeno poreza na promet na osnovu mišljenja
Republičkog komiteta za kulturu SRS



Sl. 3.9 — Šema veze adaptera 6526 i konektora CN 1/2 i CN 8/9



Sl. 3.11 — Šema veza RAM-a, VIC-a, SID-a i dr.